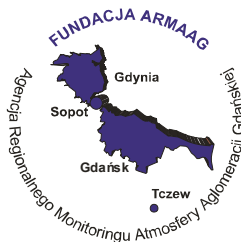


STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE W ROKU 2009 I INFORMACJA O DZIAŁALNOŚCI FUNDACJI ARMAAG



AB 1057



Raport przygotował zespół:

**Michalina Bielawska
Ewa Kachniarz
Tomasz Kołakowski
Michał Sarafin
Tomasz Waszczyk**

**Pod redakcją:
Krystyny Szymańskiej**

Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej

ZAŁOŻYCIELE FUNDACJI ARMAAG:

Gmina Gdańsk

Gmina Gdynia

Gmina Sopot

Gmina Tczew

FUNDATORZY STACJI:

Grupa LOTOS S.A – Rafineria Gdańska

Zespół Elektrociepłowni Wybrzeże S.A

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Przedsiębiorstwo Eksploatacji Rurociągów Naftowych "PERN"

Przedsiębiorstwo Przeładunku Paliw Płynnych "NAFTOPORT" Sp z.o.o

Fundacja Współpracy Polsko-Niemieckiej

Stocznia Gdynia S.A

Port Gdynia

Stocznia Remontowa "NAUTA" S.A

Bałtycka Baza Masowa Sp. z.o.o

Stocznia Marynarki Wojennej

Oddając do rąk Państwa kolejny, dwunasty **Raport Roczny** z działalności sieci regionalnego monitoringu atmosfery ARMAAG pragniemy podziękować tym wszystkim, którzy przyczynili się do sfinalizowania w dniu 1 grudnia 2009 roku umowy pomiędzy Marszałkiem Województwa i Fundacją ARMAAG na realizację projektu **Regionalny system zarządzania informacją o jakości powietrza w województwie pomorskim AIRPOMERANIA**.

Przede wszystkim dziękujemy naszym Fundatorom: Prezydentom Miast Założycieli Fundacji ARMAAG (Gdańska, Gdyni, Sopotu i Tczewa) za okazane zaufanie, że projekt zostanie zrealizowany zgodnie z założeniami nie zakłócając działalności statutowej.

Dziękujemy pracownikom merytorycznych Wydziałów Miast Założycieli za pomoc w stosowaniu procedur administracyjnych przy konstruowaniu umów, służbom finansowym za terminowe przekazywanie dotacji i sprawne rozliczanie wykorzystanych środków i pomoc przy interpretacji przepisów.

Podziękowania kierujemy do naszego Partnera, Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska, który wsparł projekt swoją kompetencją ustawową.

Szczególne podziękowania kierujemy do Wojewódzkiego Funduszu Ochrony środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku za finansowanie działalności statutowej Fundacji oraz zabezpieczenie wkładu własnego, co sprawiło, że fundamenty finansowe projektu są stabilne i trwałe.

Pod koniec roku 2009 powstała szansa na udział Fundacji w innym projekcie europejskim CITEAIR II finansowanego z instrumentu INTERREG IV C. Przygotowane zostały procedury i finalizowana jest umowa partnerska.

Udział Fundacji w projektach finansowanych ze środków UE gwarantuje systematyczny rozwój naszej organizacji, co w połączeniu z uzyskaną akredytacją Polskiego Centrum Akredytacji w zakresie pobierania próbek i wykonywania badań w zgodności z normą PN- EN ISO/IEC 17025:2005 stanowi dobry prognostyk rozwoju sieci ARMAAG.

W 2009 roku Fundacja ARMAAG wykonała wszystkie zadania wynikające z programu Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007-2009.

Naszą działalność nieodmiennie wspiera Grupa LOTOS S.A.

Zapraszamy na naszą stronę internetową (www.armaag.gda.pl), gdzie znajdują się bieżące informacje o działalności statutowej jak i z realizacji projektów.

Zarząd Fundacji ARMAAG

Spis treści

1.	WSTĘP	6
2.	DZIAŁALNOŚĆ SIECI ARMAAG w roku 2009	7
2.1.	Prowadzenie monitoringu powietrza atmosferycznego w Gdańsku, Gdyni, Sopocie i Tczewie	7
2.1.1.	Wyposażenie pomiarowe	8
2.1.2.	Pomiary ekwiwalentności pyłu PM ₁₀	10
2.1.3.	Udostępnianie i prezentacja informacji o jakości powietrza	10
2.2.	Działalność pozastatutowa	15
2.2.1	Projekt AIRPOMERANIA	15
2.2.2	Budżet roku 2009	18
3.	WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ	19
3.1	Ditlenek siarki	20
3.2.	Tlenki azotu	29
3.2.1.	Dwutlenek azotu	29
3.2.2.	Tlenki azotu	34
3.3.	Pył PM ₁₀	36
3.4.	Tlenek węgla	42
3.5.	Ozon	46
3.6.	Zanieczyszczenia specyficzne	52
3.6.1.	Benzen, toluen, ksyleny	52
3.6.2.	Amoniak i ditlenek węgla	54
4.	WARUNKI METEOROLOGICZNE	56
4.1.	Średnie i ekstremalne wartości niektórych parametrów meteorologicznych	57
4.2.	Temperatura powietrza	58
4.3.	Wilgotność względna powietrza	59
4.4.	Ciśnienie atmosferyczne	60
4.5.	Kierunek i prędkość wiatru	62
4.6.	Opad atmosferyczny	64
4.7.	Natężenie promieniowania bezpośredniego	66
5.	OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE	68
5.1.	Ocena ogólna	68
5.2.	Ocena jakości powietrza w Gdańsku	71
5.2.1.	Ditlenek siarki	71
5.2.2.	Ditlenek azotu	73

5.2.3. Pył PM ₁₀	74
5.2.4. Tlenek węgla	76
5.2.5. Ozon	77
5.3. Ocena jakości powietrza Gdyni	77
5.3.1. Ditlenek siarki	77
5.3.2. Ditlenek azotu	79
5.3.3. Pył zawieszony PM ₁₀	79
5.3.4. Tlenek węgla	81
5.3.5. Ozon	81
5.4. Ocena jakości powietrza w Sopocie	82
5.4.1. Ditlenek siarki	82
5.4.2. Ditlenek azotu	83
5.4.2. Pył zawieszony PM ₁₀	83
5.4.4. Tlenek węgla	85
5.5 Ocena jakości powietrza w Tczewie	85
5.5.1. Ditlenek siarki	85
5.5.2. Ditlenek azotu	86
5.5.3. Pył zawieszony PM ₁₀	87
5.5.4. Tlenek węgla	88
5.6. Epizody	89
5.7. Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce	92
5.8. Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy	94
6. PODSUMOWANIE	96
7. ARTYKUŁ: Istota testu równoważności dla metod pomiarowych pyłu zawieszonego PM ₁₀ w powietrzu atmosferycznym	98
8. Recenzja pracy pt: Istota testu równoważności dla metod pomiarowych pyłu zawieszonego PM ₁₀ w powietrzu atmosferycznym	104
9. ARTYKUŁ: Węgiel organiczny i elementarny w PM ₁₀ -marker zanieczyszczenia powietrza w Trójmieście.	106
10. SPIS TABEL	110
11. SPIS RYCIN	112

1. WSTĘP

Zakres działalności Fundacji ARMAAG określony został poprzez plan rzeczowo-finansowy uchwalony przez Radę Nadzorczą Fundacji ARMAAG w dniu 27 września 2009 roku. Podstawowe zadania wynikające ze statutu zostały ustalone w odniesieniu do potrzeb Fundatorów oraz programu Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007-2009. Równocześnie w planie ujęto potencjalną możliwość realizacji innych projektów. Ważnym zadaniem w planie były działania związane z utrzymaniem systemu jakości.

Statutowa działalność Fundacji finansowana była z dotacji samorządów – założycieli oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wspierana była również przez dotację od Grupy LOTOS S.A.

W dniu 8 lipca 2009 roku Fundacja ARMAAG otrzymała certyfikat jakości wydany przez Polskie Centrum Akredytacji. Potwierdzone zostały kompetencje personelu i jakość wyposażenia do prowadzenia badań zgodnych z wymaganiami określonymi w sieciach monitoringu atmosferycznego.

W czerwcu zakończono budowę sieci paneli EnviroNet. Na panelach prezentowane są informacje wytworzone na podstawie pomiarów sieci ARMAAG i inne ważne informacje o zdarzeniach związanych z ochroną środowiska.

Sprawozdania z wyników pomiarów wykonywane były zgodnie z procedurą oraz ustalonym zakresem akredytacji i przekazywane gminom i fundatorom stacji każdego miesiąca, a co kwartał wykonywano analizy kwartalne.

Opracowania i analizy udostępniano na stronie www.armaag.gda.pl.

Realizując zadania wynikające z programu Państwowego Monitoringu Środowiska przekazano zwalidowane wyniki pomiarów za rok 2009 Pomorskiemu Inspektorowi Ochrony Środowiska w Gdańsku jako źródło do wykonania „Oceny jakości powietrza w województwie pomorskim w roku 2009”.

2. DZIAŁALNOŚĆ SIECI ARMAAG w roku 2009

2.1 Prowadzenie monitoringu powietrza atmosferycznego w Gdańsku, Gdyni, Sopocie i Tczewie

Sieć ARMAAG w roku 2009 wykonywała pomiary w dziewięciu stacjach automatycznych. Zmiana lokalizacji stacji AM9 spowodowała wyłączenie jej z systemu pomiarowego. Analizatory przeniesiono do innych stacji. Do systemu zbierania danych JPOAT raportowano wyniki pomiarów z dziewięciu stacji. Wyniki z ośmiu stacji (z wyjątkiem stacji AM10) przekazywano do europejskiej bazy danych AIRBASE¹. Stacja AM10 w Gdyni przy ulicy Wendy nie została zgłoszona do AIRBASE przez wojewódzkiego koordynatora monitoringu. Raportowanie wyników odbywało się za pośrednictwem Instytutu Ochrony Środowiska - Narodowego Punktu Kontaktowego z Europejską Agencją Ochrony Środowiska.



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji ARMAAG

Tabela 1. Adresy stacji pomiarowych ARMAAG i zakres pomiarowy w roku 2009

¹Europejska baza pomiarów jakości powietrza

Stacja	Rok rozpoczęcia pomiarów	Analizatory gazowe	Analizatory pyłowe	Wyposażenie meteorologiczne
AM1 Gdańsk Śródmieście ul. Powstańców Warszawskich	1996	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie
AM2 Gdańsk Stogi ul. Kaczeńce	1996	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, opad, prędkość i kierunek wiatru
AM3 Gdańsk Nowy Port ul. Wyzwolenia	1997	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, CO ₂	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie
AM4 Gdynia Pogórze ul. Porębskiego	1997	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , O ₃	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie
AM5 Gdańsk Szadółki ul. Ostrzycka	1998	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , O ₃	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, opad, prędkość i kierunek wiatru
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	1998	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO,	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, nasłonecznienie, prędkość i kierunek wiatru
AM7 Tczew ul. Targowa	1998	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO,	PM ₁₀ , PM _{2,5}	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, opad, prędkość i kierunek wiatru
AM8 Gdańsk Wrzeszcz ul. Leczkowa	1998	SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO, O ₃	PM ₁₀ , PM _{2,5}	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, prędkość i kierunek wiatru
AM10 Gdynia Śródmieście Ul. Wendy	2001	NO, NO _x , NH ₃ , BTX	PM ₁₀	Temperatura, wilgotność, ciśnienie, prędkość i kierunek wiatru

2.1.1. Wyposażenie pomiarowe

W sieci monitoringu regionalnego ARMAAG w roku 2009 wykonywano pomiary substancji gazowych i pyłu PM₁₀ oraz parametrów meteorologicznych. Wyposażenie pomiarowe spełniało wymogi określone w stosownych przepisach potwierdzone zaplanowanymi kontrolami i kalibracjami.

Do pomiarów substancji gazowych: ditlenku siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, ozonu, amoniaku i węglowodorów aromatycznych z grupy BTEX używano następującego wyposażenia pomiarowego:

- 9 analizatorów ditlenku siarki,
- 9 analizatorów ditlenku i tlenku azotu,
- 6 analizatorów tlenku węgla,
- 2 analizatorów ditlenku węgla,
- 3 analizatorów ozonu (analizator ozonu na stacji AM5 ulegał kolejnym awariom i został wyłączony z użytkowania),
- 1 analizatora amoniaku,
- 1 analizatora BTEX.

W pomiarach dwutlenku siarki, tlenku azotu, tlenku węgla i ozonu stosowane były procedury i instrukcje systemu zarządzania ustanowionego w Fundacji w zgodności z normą PN EN IEC/ISO 17025:2005. Kontrolę jakości pomiarów prowadzono przy użyciu kalibratora ozonu posiadającego świadectwo wzorcowania laboratorium Praskiego Instytutu Hydrometeorologicznego i dwóch referencyjnych przepływomierzy posiadających certyfikat NIST.

Kalibracje wykonywano przy użyciu certyfikowanych wzorców i materiałów odniesienia:

- 7 kalibratorów wielogazowych,
- 8 generatorów powietrza zerowego,
- certyfikowanych mieszanek gazowych.

Od 8 lipca 2009 roku sieć ARMAAG legitymuje się potwierdzoną jakością badań i sprawozdań zgodnie z certyfikatem akredytacji AB1057.

W grudniu 2009 roku rozszerzono wyposażenie pomiarowe sieci ARMAAG. W stacji AM2 zainstalowano nowy analizator BTEX pracujący w oparciu o technikę PID (technika oznaczania węglowodorów przy użyciu lampy), a w stacji AM1 zainstalowano referencyjny analizator tlenku węgla.

Stacje doposażono również w dwa generatory powietrza zerowego i kalibrator wielogazowy.

W stacji AM7 w Tczewie zainstalowano i uruchomiono analizator pyłu $PM_{2,5}$ (własność WIOŚ Gdańsk).



Ryc.2. Analizator pyłu $PM_{2,5}$ - BAM

Pomiary pyłu PM_{10} i $PM_{2,5}$ nie były objęte zakresem akredytacji.

Pomiary prowadzone przy użyciu analizatorów Eberline (8) pracujące w oparciu o metodę osłabienia promieniowania β) i analizatorów TEOM (3) (pomiar metodą wagi oscylacyjnej) nie posiadają statusu pomiaru referencyjnego. Aby uzyskać status pomiaru akredytowanego

muszą mieć wyznaczony współczynnik korekcji w stosunku do metody referencyjnej opisanej w normie PN 1434.

Współczynnik korekcji wyznacza się w oparciu o pomiary ekwiwalentności opisane w p.2.1.2 i w artykule dr Jacka Gębickiego w rozdziale 8. Pomiary ekwiwalentności są zalecane do wykonywania wszędzie tam, gdzie stosuje się niereferencyjne techniki pomiarowe. Po wyznaczeniu współczynnika korekcji i przeliczeniu stężeń otrzymanych z metod niereferencyjnych, wyniki uznawane są za zwalidowane.

Wyposażenie do pomiarów meteorologicznych rozszerzono o czujniki opadu atmosferycznego:

- 2 laserowe czujniki pomiaru mierzący każdy rodzaj opadu zainstalowane na stacjach AM8 i AM7.

W grudniu 2009 zakończono prace związane z przeniesieniem stacji AM9 z Gdyni Redłowa na ulicę Szafranową w Gdyni Dąbrowie. Stację włączono do systemu ARMAAG 31 grudnia..

2.1.2. Pomiary ekwiwalentności pyłu PM₁₀

Na stacji AM8 w Gdańsku przy ulicy Leczkowa kontynuowano kolejny cykl rocznych pomiarów ekwiwalentności metod oznaczania pyłu PM₁₀.

Badanie obejmowało:

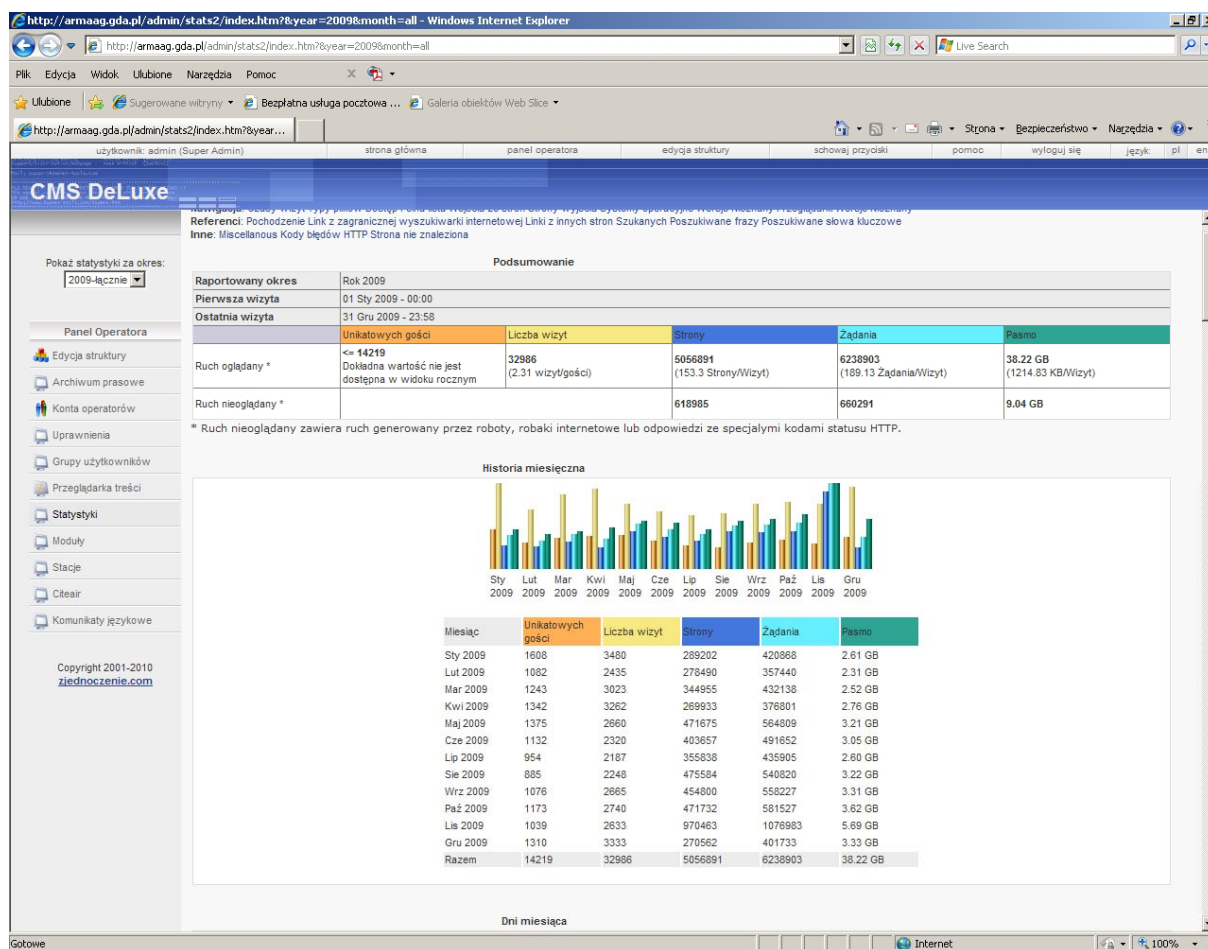
- jednoczesne pobieranie próbek na trzech różnych analizatorach, w tym na jednym referencyjnym,
- weryfikację wyników,
- wyznaczenie współczynnika ekwiwalentności dla metod radiometrycznej i paragrafimetrycznej,
- oznaczanie metali i benzo-a-pirenu w pyłe (w laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Gdańsku).

Wymagania i zasady obliczania współczynnika ekwiwalentności dla przeprowadzanych pomiarów omówiono szczegółowo w opracowaniu autorskim dr inż. Jacka Gębickiego. Z przeprowadzonych badań opracowano raport znajdujący się w archiwum Fundacji. Raport przekazano Wojewódzkiemu Inspektorowi Ochrony Środowiska.

2.1.3. Udostępnianie i prezentacja informacji o jakości powietrza

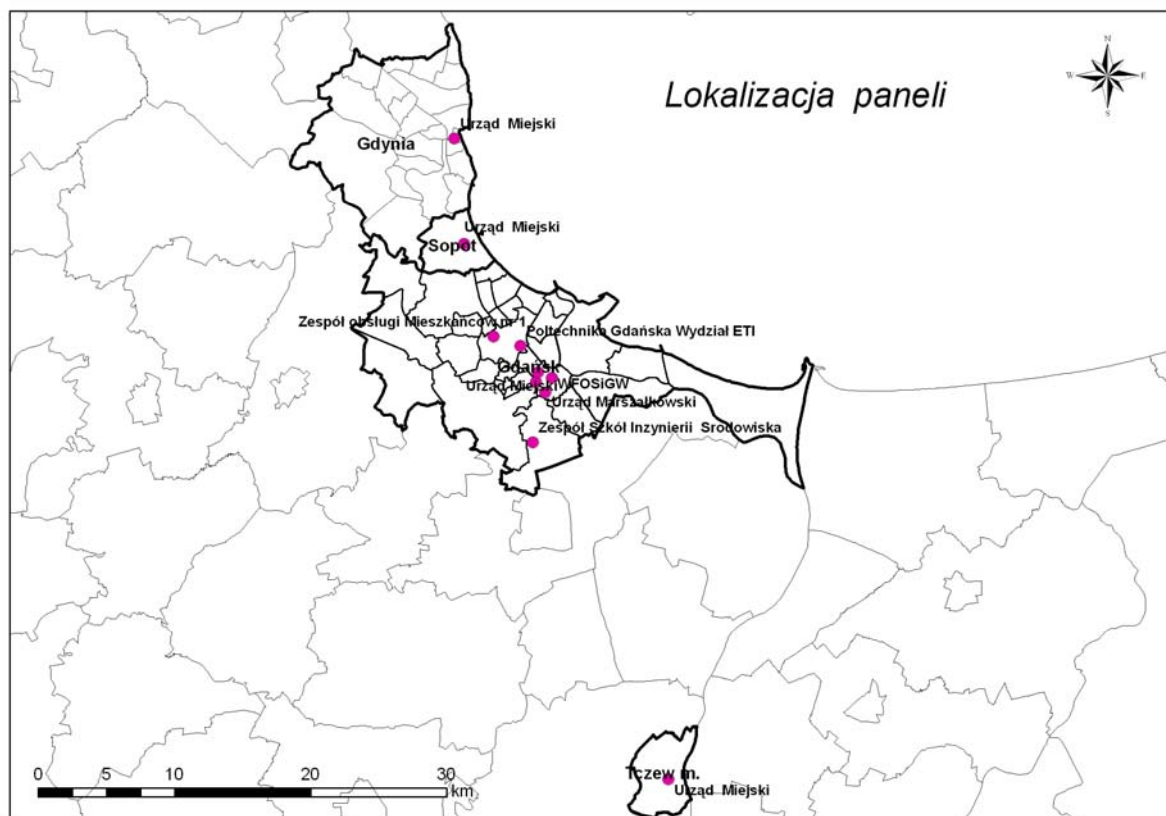
Miesięczne sprawozdania z wyników badań opracowane według wzoru ustalonego w systemie zarządzania przekazano gminom Fundatorom, Pomorskiemu Wojewódzkiemu Inspektorowi Ochrony Środowiska, Stoczni Gdynia S.A, Stoczni Marynarki Wojennej oraz Portowi Gdynia.

Na bieżąco wyniki pomiarów i analizy udostępniano na stronie internetowej Fundacji www.armaag.gda.pl.



Ryc.3. Statystyki odwiedzin strony www.armaag.gda.pl

Ogólnie dostępna informacja o jakości powietrza prezentowana była na panelach sieci ENVIRONet, której budowę w aglomeracji i w Tczewie ukończono w czerwcu 2009 roku.



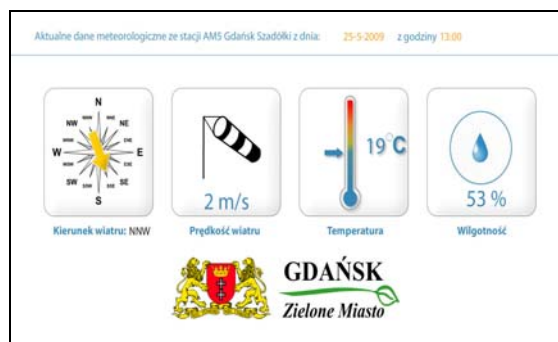
Ryc.4. Lokalizacje paneli informacyjnych w sieci EnviroNet

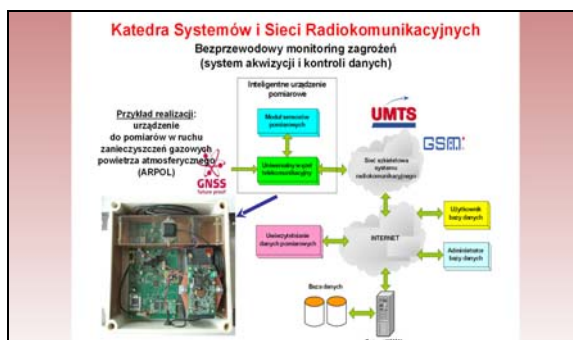
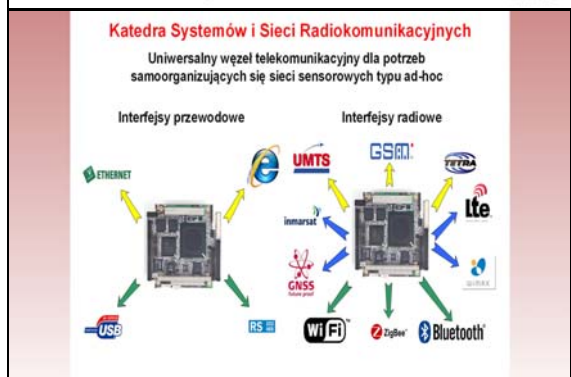
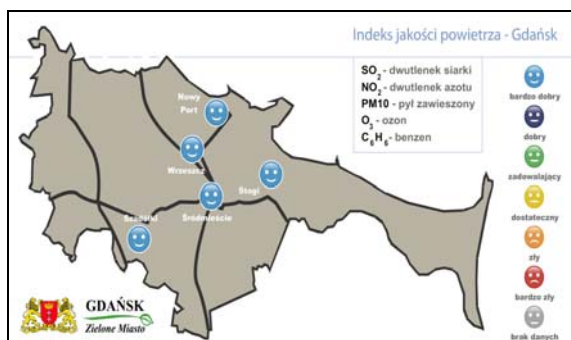
Sieć informacji EnviroNet o jakości powietrza obejmuje:

- serwer i stację roboczą,
- dwa panele 32" zlokalizowane w Urzędzie Miejskim w Gdańsku i Urzędzie Miasta Gdynia
- sześć paneli 40" zainstalowanych w:
 - Urzędzie Miasta w Tczewie,
 - Urzędzie Miasta Sopot,
 - Urzędzie Miejskim w Gdańsku przy ulicach 3 Maja i ul. Partyzantów,
 - Urzędzie Marszałkowskim przy ulicy Okopowej,
 - Wojewódzkim Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
 - Technikum Ochrony Środowiska,
 - Na Wydziale Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Gdańskiej.

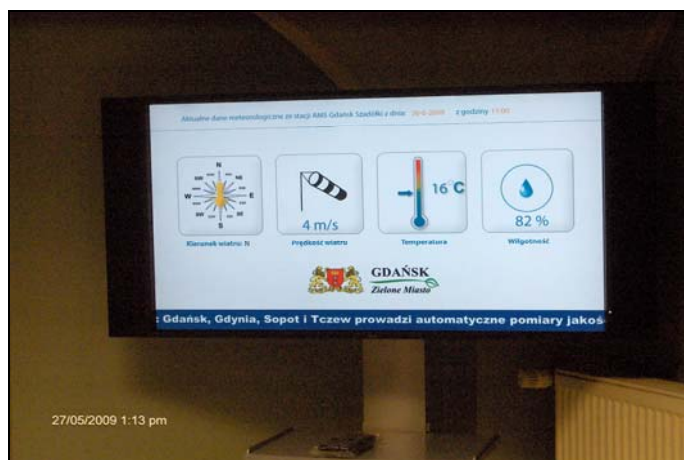
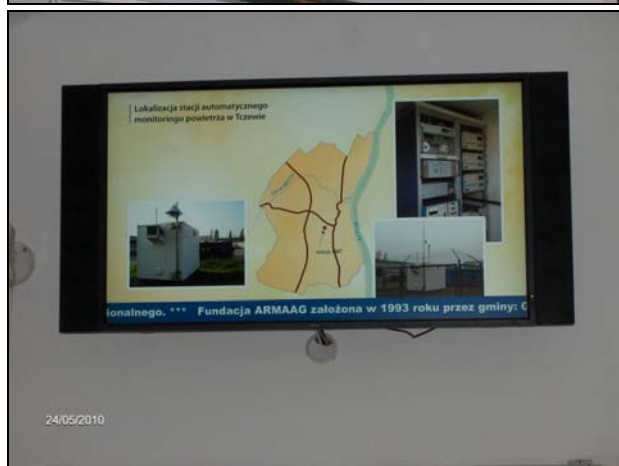
Dla każdej instytucji wykonany był autorski projekt zawierający informacje bazowe i inne charakterystyczne dane.

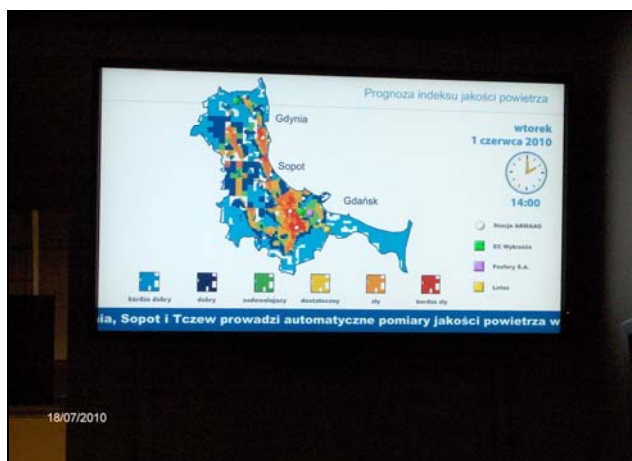
Poniżej zaprezentowano projekt wykonany dla Politechniki Gdańskiej.





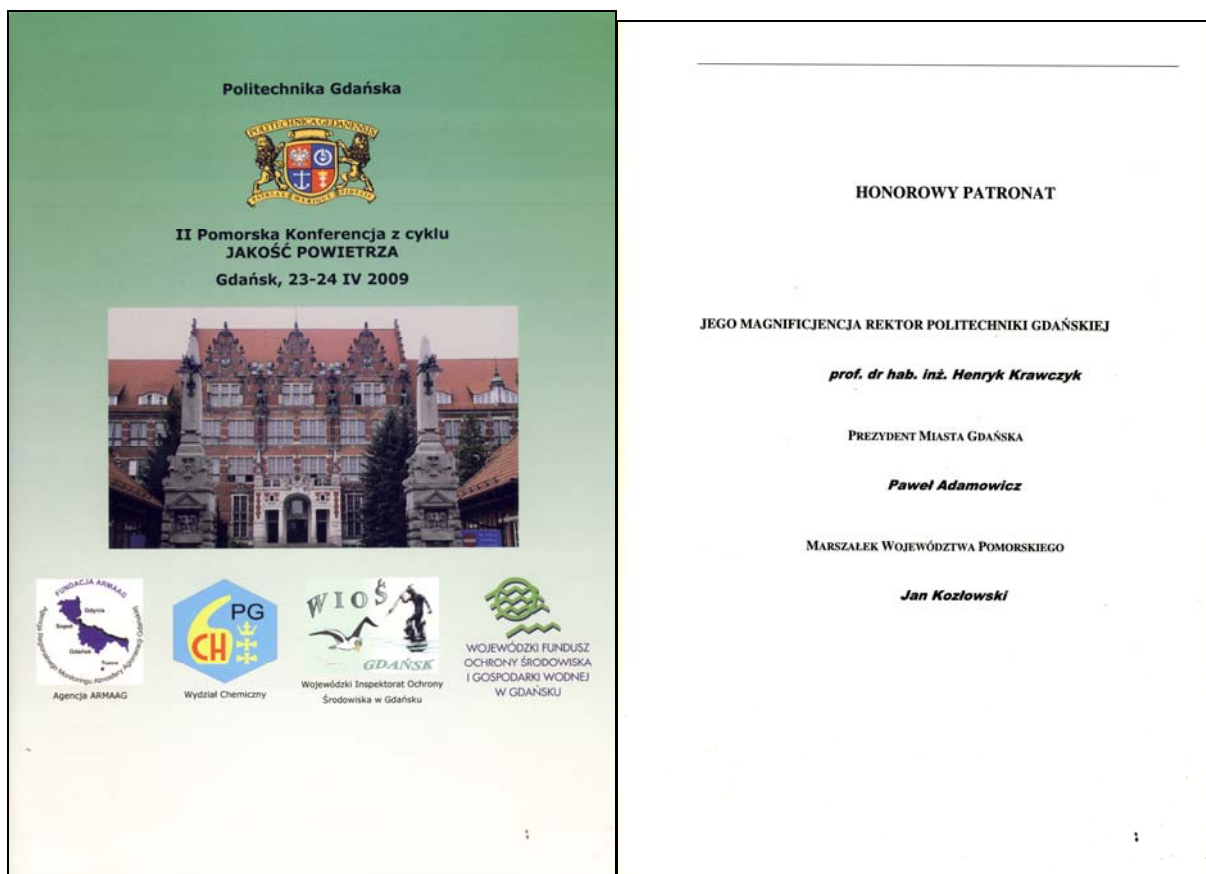
Ryc. 5. Projekt prezentacji na panelu na Politechnice Gdańskiej





Ryc.6. Widoki paneli w różnych lokalizacjach

Informację o pracach Fundacji ARMAAG prezentowano w mediach trójmiejskich oraz na II Pomorskiej Konferencji z cyklu Jakość Powietrza Gdańsk, 23-24 IV 2009 w Gdańsku Sobieszewie..



Ryc.7. Materiały konferencyjne i skład Komitetu Honorowego

Dane do prac naukowych i badawczych udostępniono 9 osobom i instytucjom naukowym.

2.2. Działalność pozastatutowa

2.2.1 Projekt AIRPOMERANIA

W roku 2009 Fundacja ARMAAG na podstawie uzyskanej zgody Rady Nadzorczej złożyła wniosek aplikacyjny do Regionalnego Programu Operacyjnego na realizację projektu pt. „**System zarządzania informacją o jakości powietrza w województwie pomorskim AIRPOMERANIA**”. Wniosek uzyskał rekomendację Zespołu Ocen Strategicznych i został skierowany do realizacji w ramach działania 5.3 Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Pomorskiego w latach 2007-2013. Celem projektu było zdyskontowanie dotychczasowych osiągnięć Fundacji i poszerzenie współpracy pomiędzy samorządami lokalnymi (gminy Gdańsk, Gdynia, Sopot i Tczew) o samorząd regionalny (Marszałek Województwa) i administrację rządową (WIOŚ). Zaproponowany schemat współpracy jest pierwszym tego typu przedsięwzięciem w Polsce. Obejmuje dwa powiązane ze sobą, uzupełniające się główne komponenty:

- **Rozbudowę sieci automatycznego monitoringu zanieczyszczenia powietrza**
- **Budowę regionalnego systemu zarządzania informacją o jakości powietrza**

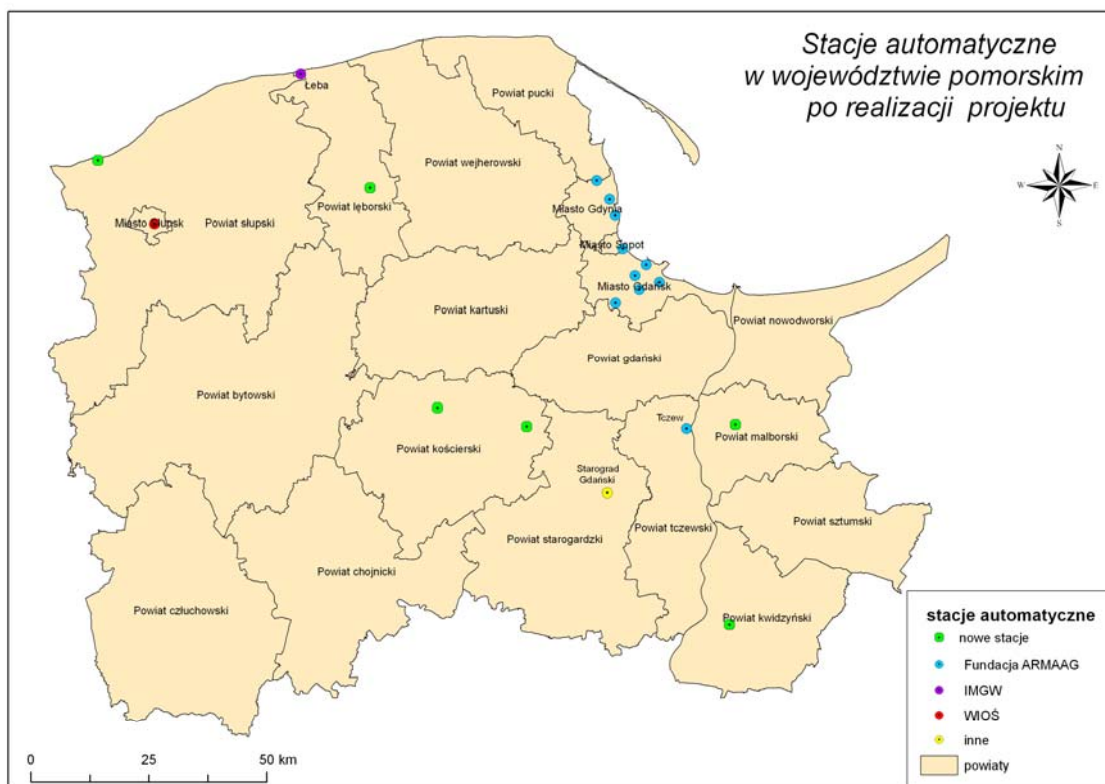
Wartość każdego komponentu wynosi 4 mln złotych. Dotacja środków unijnych wyniosła 75%.

Zadania regionalnego systemu informacji o jakości powietrza obejmują:

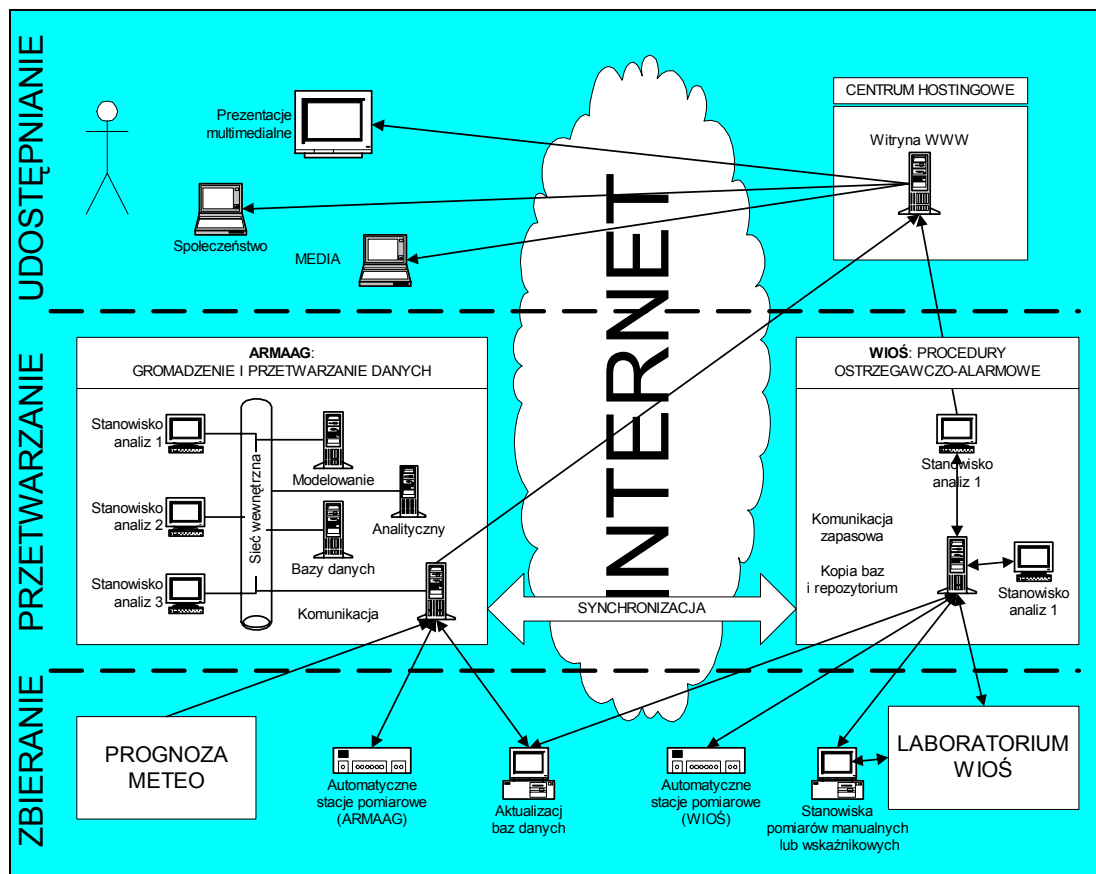
- 1 wspomaganie wykonania ocen jakości powietrza w województwie pomorskim,
- 2 system ostrzegawczo-alertowy,
- 3 raportowanie bieżące,
- 4 prowadzenie baz i bibliotek emisji, imisji i parametrów meteorologicznych,
- 5 wykonywanie prognoz stanu jakości powietrza,
- 6 udostępnianie informacji pomiarowej i progностycznej on-line,
- 7 wspomaganie wykonywania programów naprawczych i monitorowanie ich realizacji, przygotowanie danych do planów zagospodarowania oraz
- 8 działania z zakresu edukacji ekologicznej.

System zakłada integralność zarządzania w sytuacji rozproszonych kompetencji pomiędzy uczestnikami systemu ocen jakości powietrza. Docelowymi podmiotami korzystającymi z zasobów systemu będą: Urząd Marszałkowski, WIOŚ, Urząd Wojewódzki, Starostwa, Gminy, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, instytucje realizujące inwestycje wpływające na stan powietrza, lekarze służba zdrowia, a przede wszystkim społeczeństwo Pomorza. Zasoby zgromadzone w systemie pozwolą na wytwarzanie informacji o jakości powietrza dostępnej na każdym szczeblu decyzyjnym a także społeczeństwu o różnym poziomie wiedzy. Fundacja ARMAAG będzie miała możliwość rozwoju i wdrażania nowoczesnych technologii bez zwiększonych dotacji gmin –założycieli. Poszczególne urządzenia techniczne (wyposażenie komputerowe) związane z systemem zostaną zlokalizowane w siedzibie Fundacji. Zakończenie projektu planuje się na listopad 2012 r.

Projekt uzyskał poparcie merytoryczne i finansowe Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.



Ryc.8. Docelowa sieć automatycznego monitoringu powietrza w województwie pomorskim



Ryc.9 Przestrzenna architektura planowanego systemu.

Współpraca pomiędzy Fundacją ARMAAG jako beneficjentem projektu i Marszałkiem Województwa jako Instytucją Zarządzającą została umocowana w podpisanej w dniu 24 marca 2009 r. umowie o współdziałaniu przy realizacji projektu **AIRPOMERANIA**. Zarząd zawarł również porozumienie z Wojewódzkim Inspektorem Ochrony Środowiska - Partnerem realizującym pierwszy komponent projektu.

W dniu 1 grudnia 2009 r. członkowie Zarządu pp. Janusz Błaszczak i Piotr Stepnowski podpisali z Marszałkiem Województwa p. Janem Kozłowskim umowę na „Projekt i budowę systemu zarządzania informacją o jakości powietrza w województwie pomorskim **AIRPOMERANIA**”



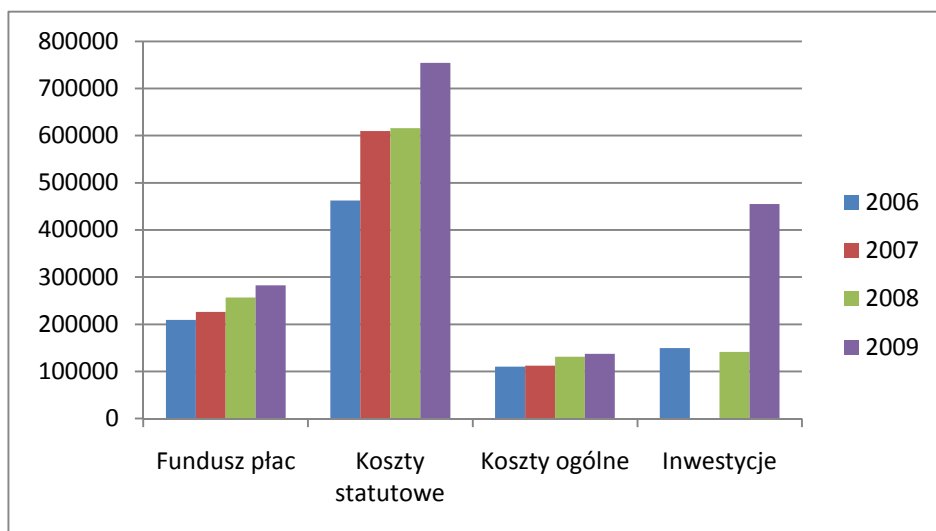
Ryc.10. Podpisanie umowy na realizację projektu **AIRPOMERANIA**

2.2.2 Budżet roku 2009

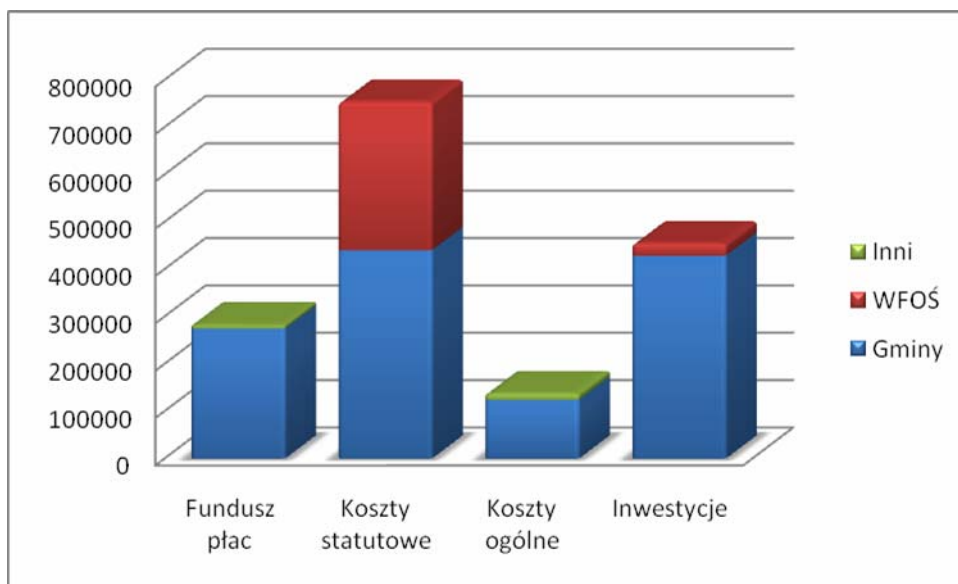
Preliminowany budżet na rok 2009 wynosił 1 592 500 zł. Łączna kwota wszystkich pozyskanych dotacji wyniosła 1 628 551,71 zł.

Dotacje zostały wykorzystane w całości.

Strukturę kosztów w Fundacji przedstawiono na poniższym rysunku.



Ryc.11.Struktura kosztów Fundacji.



Ryc.12. Udział donatorów w kosztach Fundacji ARMAAG

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Pobieranie próbek i wykonywanie pomiarów stężeń zanieczyszczeń objętych akredytacją wykonywane są zgodnie z procedurą badawczą RMA/PB-01 *Pomiary stężeń SO₂, NO-NO₂-NO_x, CO i O₃ w powietrzu atmosferycznym metodami automatycznymi*. Procedura została opracowana została na podstawie polskich norm.

Badanie pyłu PM₁₀ wykonywane było przy zastosowaniu metod ekwiwalentnych do referencyjnych. Pomiary pozostałych substancji mierzonych w sieci ARMAAG (benzen, ditlenek węgla i amoniak) prowadzono zgodnie z polskimi normami.

Przy omawianiu wyników pomiarów posługiwano się pojęciami obowiązującymi w monitoringu powietrza stosowanymi w następujących przepisach:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ocen poziomów dopuszczalnych
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku,

Zgodnie z w/w aktami prawnymi wyniki pomiarów zagregowano do obowiązujących czasów uśredniania, z których utworzono następujące zbiory danych:

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

Stężenia substancji porównywano z dopuszczalnymi poziomami substancji w powietrzu lub wartościami odniesienia.

Ocenę prowadzono dla trzech okresów:

- sezon letni (kwiecień-wrzesień),
- sezon grzewczy (październik-marzec),
- rok.

Przy omawianiu wyników uwzględniono normy obowiązujące dla obszaru (stacje w Gdańsku, Gdyni i Tczewie) i uzdrowiska (Sopot).

Na wykresach poziomy dopuszczalne i wartości odniesień oznaczono następująco:

————— dla obszaru **O**
 - - - - - dla uzdrowisk **UZ**

W roku 2009 z uwagi na zmianę lokalizacji stacji nie prowadzono pomiarów na stacji AM9. Ilość ważnych danych w sieci ARMAAG po zwalidowaniu rocznych serii przedstawia się następująco:

Tabela 2. Ilość ważnych danych [%] dla sezonu letniego 2009 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	Analizator							
	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	Ozon	CO ₂	CO	PM10
AM1	97,7	97,7	97,7	97,7				97,4
AM2	98,3	98,3	98,3	98,3				98,8
AM3	98,2	95,3	95,3	95,3		97,7	97,7	99,6
AM4	97,1	97,0	97,0	97,0	98,5	91,2	97,0	98,7
AM5	95,5	95,5	95,5	95,5	60,9		95,3	96,0
AM6	96,3	96,2	96,2	96,2	99,7		96,3	99,0
AM7	98,4	97,2	97,2	97,2			98,1	99,1
AM8	85,3	92,8	92,8	92,8	93,3		92,8	93,6
AM10*	95,5	59,0	59,0	59,0				99,6

* w stacji AM10 ilość ważnych danych z pomiarów amoniaku wyniosła 59,0%

Tabela 3. Ilość ważnych danych [%] dla sezonu grzewczego 2008 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	Analizator							
	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	Ozon	CO ₂	CO	PM10
AM1	96,4	95,9	95,9	95,9				96,8
AM2	98,1	96,7	96,7	96,7				98,3
AM3	95,3	94,9	94,9	94,9		94,9	95,4	90,0
AM4	97,2	97,2	97,2	97,2	98,6	97,1	97,1	97,5
AM5	98,4	97,8	97,8	97,8	95,4		97,9	99,2
AM6	97,9	97,7	97,7	97,7	98,0		97,9	99,3
AM7	96,4	96,5	96,5	96,5			97,4	98,1
AM8	95,5	94,4	94,4	94,4	99,9		98,7	99,9
AM10*	99,2	81,4	81,4	81,4				100,0

* w stacji AM10 ilość ważnych pomiarów amoniaku wyniosła 81,4%

W zestawieniach wyników kursywą wyróżniono wartości uzyskane z niekompletnych serii danych. Brak wartości w zestawieniu oznacza, że seria nie osiągnęła **75%** ważnych danych. Wartości ponadnormatywne wyróżniono kolorem czerwonym.

3.1. Dytlenek siarki

Pomiar ditlenku siarki wykonywany był we wszystkich 9 stacjach. W ośmiu stacjach pomiar wykonywany był przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 43C, na stacji w Gdańsku Śródmieściu przyrządem firmy API. Pobory prób oraz wykonywanie pomiaru prowadzono zgodnie z procedurą badawczą RMA/PB-01 *Pomiary stężeń SO₂, NO-NO₂-NO_x, CO i O₃ w powietrzu atmosferycznym metodami automatycznymi* opracowaną w zakresie dotyczącym SO₂ na podstawie normy PN-EN 14212 **Jakość powietrza atmosferycznego. Standardowa fluorescencyjna metoda UV oznaczania ditlenku siarki.**

Sprawdzenia i kalibracje wykonywane były zgodnie z procedurą RMA/PO-10 *Zapewnienie jakości wyników badań.*

Ilość ważnych danych pozyskanych z analizatorów ditlenku siarki w roku 2009 przedstawia się następująco:

Tabela 4. Kompletność serii pomiarowych ditlenku siarki w roku 2009

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 Gdańsk Śródmieście	97,0	96,4	97,7	0,99
AM2 Gdańsk Stogi	98,2	98,1	98,3	1,00
AM3 Gdańsk Nowy Port	96,7	95,3	98,2	0,97
AM4 Gdynia Pogórze	97,2	97,2	97,1	1,00
AM5 Gdańsk Szadółki	96,9	98,4	95,5	1,03
AM6 Sopot ul, Bitwy pod Płowcami	97,1	97,9	96,3	1,02
AM7 Tczew ul, Targowa	97,4	96,4	98,4	0,98
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	90,4	95,5	85,3	1,12
AM10 Gdynia Śródmieście	97,3	99,2	95,5	1,04
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	< 2

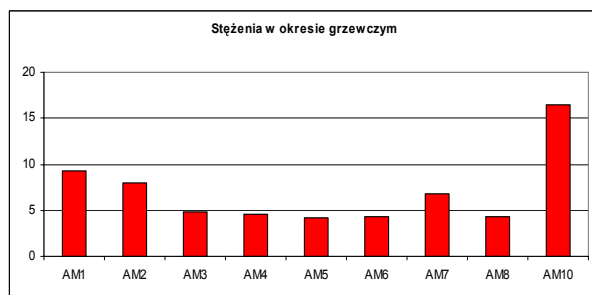
Dla wszystkich analizatorów ditlenku siarki (za wyjątkiem okresu letniego na stacji AM8) uzyskano wymaganą ilość ważnych danych.

Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 5 i na rycinach 13, 14, 15. Dla ditlenku siarki dopuszczalny poziom stężeń średniorocznych został określony ze względu na ochronę roślin.

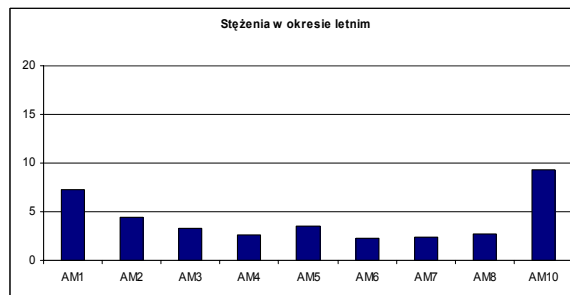
W poszczególnych stacjach w roku 2009 średnioroczne i średniookresowe stężenia ditlenku siarki przedstawiały się następująco:

Tabela 5. Stężenia ditlenku siarki średniokresowe i średnioroczne

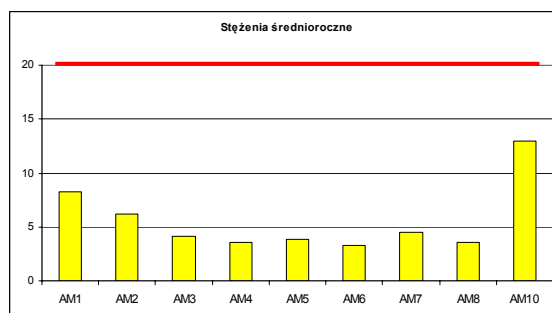
Stacja	Stężenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	sezon grzewczy	sezon letni	Rok
AM1 Gdańsk Śródmieście	9,3	7,3	8,3
AM2 Gdańsk Stogi	7,9	4,4	6,2
AM3 Gdańsk Nowy Port	4,9	3,3	4,1
AM4 Gdynia Pogórze	4,5	2,7	3,6
AM5 Gdańsk Szadółki	4,2	3,5	3,9
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	4,3	2,3	3,3
AM7 Tczew ul. Targowa	6,8	2,3	4,5
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	4,3	2,7	3,6
AM10 Gdynia Śródmieście	16,5	9,3	12,9
Dopuszczalny poziom ditlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20 ¹		



Ryc.13. Stężenia ditlenku siarki w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.14. Stężenia ditlenku siarki w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.15. Stężenia ditlenku siarki średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

¹ Ze względu na ochronę roślin

Najwyższa wartość stężenia średniorocznego wystąpiła na stacji AM10 i wyniosła 64,5% poziomu dopuszczalnego, natomiast najniższą wartość zanotowano na stacjach AM4 i AM8 (18%).

Aspekty zdrowotne określa oddziaływanie ditlenku siarki krótko i średniookresowe. Ze względu na ochronę zdrowia określono dopuszczalne poziomy średniodobowe wraz z częstością występowania, poziomy jednogodzinne i wartości alarmowe.

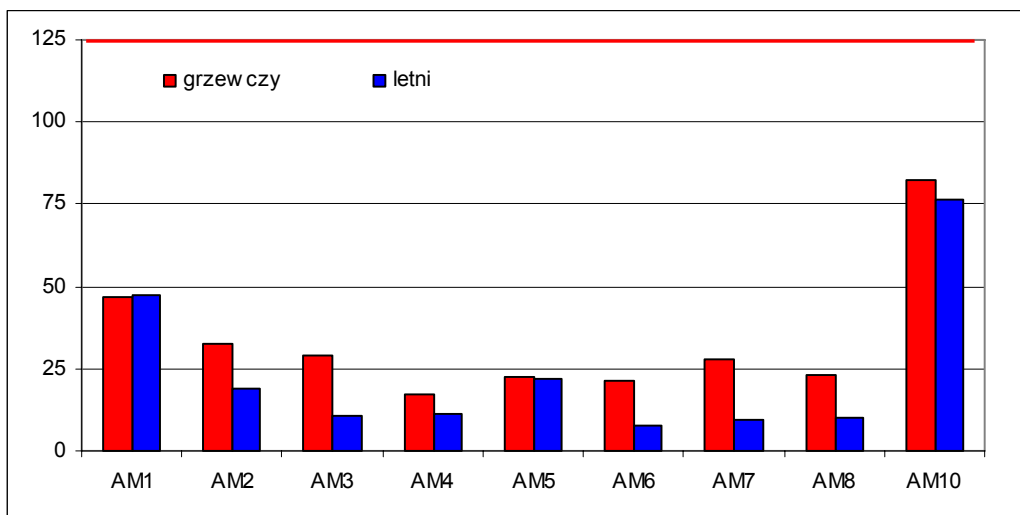
Zestawienia wyników pomiarów oraz prezentacje graficzne pokazano poniżej.

Tabela 6. Maksymalne stężenia ditlenku siarki średniodobowe

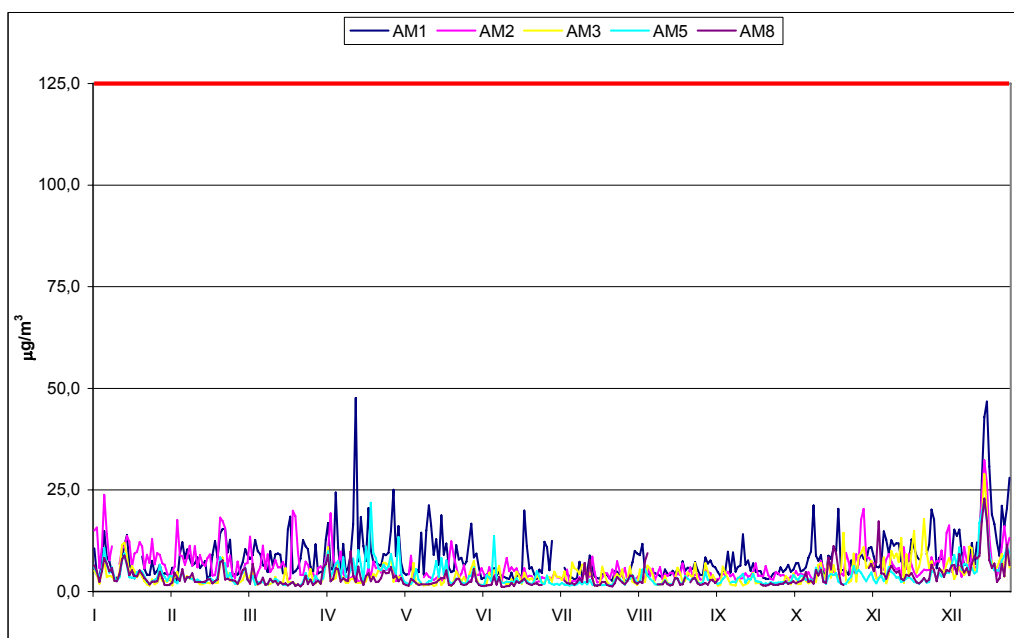
Stacja	Stężenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 Gdańsk Śródmieście	46,7	47,6
AM2 Gdańsk Stogi	32,3	19,2
AM3 Gdańsk Nowy Port	28,9	10,9
AM4 Gdynia Pogórze	17,0	11,0
AM5 Gdańsk Szadółki	22,3	21,8
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	21,5	7,5
AM7 Tczew ul. Targowa	27,6	9,5
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	22,9	9,9
AM10 Gdynia Śródmieście	82,6	76,3
Dopuszczalny poziom ditlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar	125
	uzdrowisko	125
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	3	

W roku 2009 średniodobowe stężenia ditlenku siarki nie przekroczyły poziomu dopuszczalnego na żadnej ze stacji. Maksymalne stężenie zarówno w okresie grzewczym jak i w okresie letnim wystąpiło na stacji AM10 Gdynia Śródmieście i wyniosło kolejno 66% i 61% wartości dopuszczalnej. Na pozostałych stacjach wartości maksymalnego stężenia średniodobowego były dużo niższe.

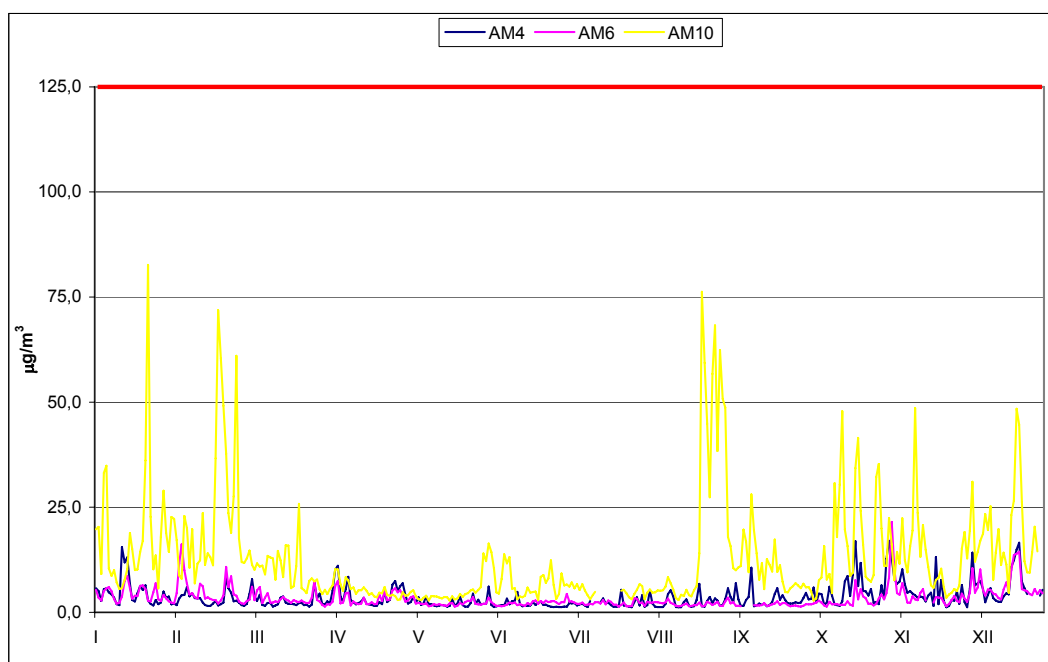
Na rycinie 16 pokazano wartości maksymalnych stężeń średniodobowych w okresie grzewczym i letnim, zaś na rycinach 17,18,19 zmienne przebiegi sezonowe w poszczególnych miastach.



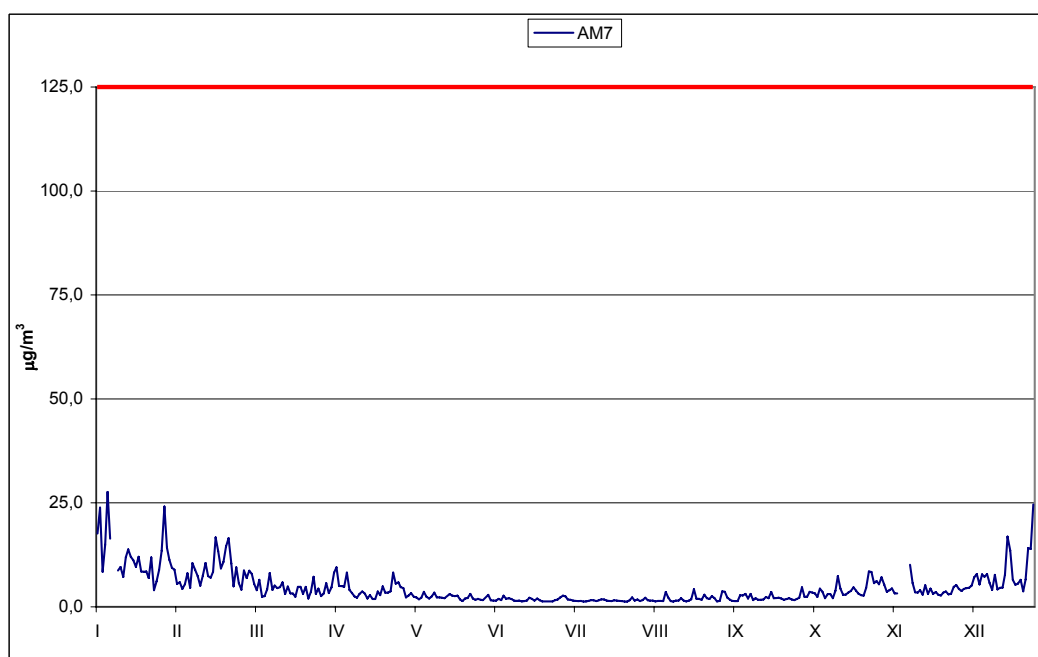
Ryc.16. Maksymalne średniodobowe stężenia ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.17. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdańsku [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.18. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdyni i Sopocie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



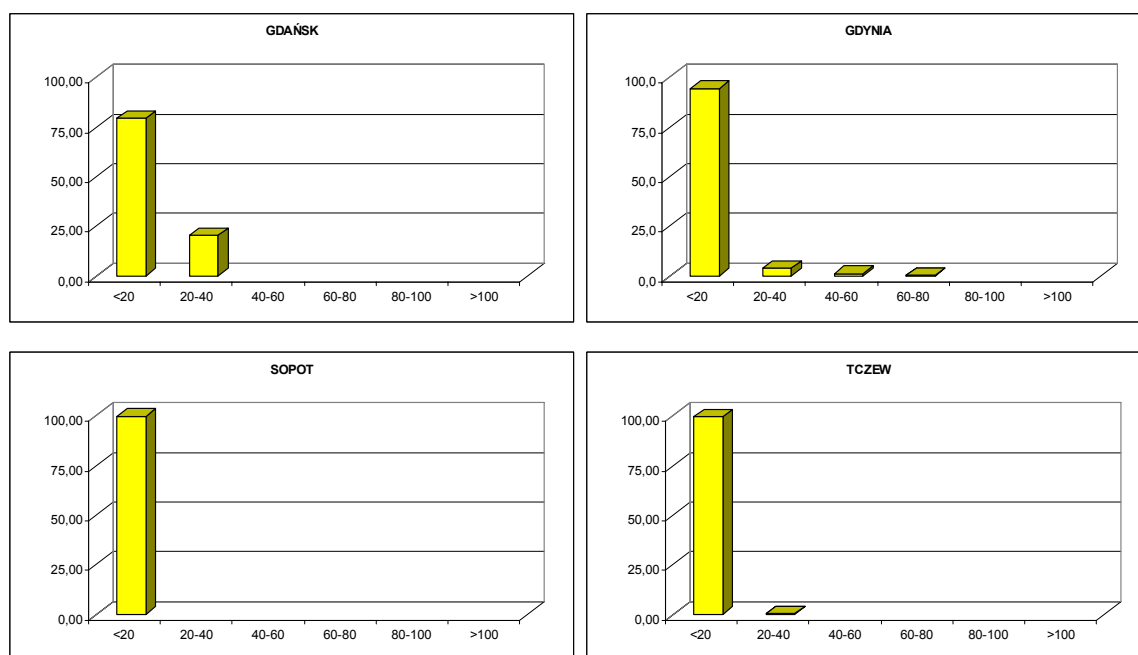
Ryc.19. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacji w Tczewie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Dla oceny jakości powietrza ważne są, oprócz bezwzględnych wartości, częstotliwości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń.

Na rycinie 20 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń ditlenku siarki o czasie uśredniania 24h na obszarze Gdańska (na podstawie wyników z 5 stacji), Gdyni (2 stacje) oraz Sopotu i Tczewa (po jednej stacji).

Przedział %D _{24h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń SO ₂ [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	79,8	94,7	100,0	99,7
20-40	20,2	3,9	0,0	0,3
40-60	0,0	1,1	0,0	0,0
60-80	0,0	0,3	0,0	0,0
80-100	0,0	0,0	0,0	0,0
>100	0,0	0,0	0,0	0,0

%D₂₄



Ryc. 20. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń ditlenku siarki w określonych przedziałach stężeń

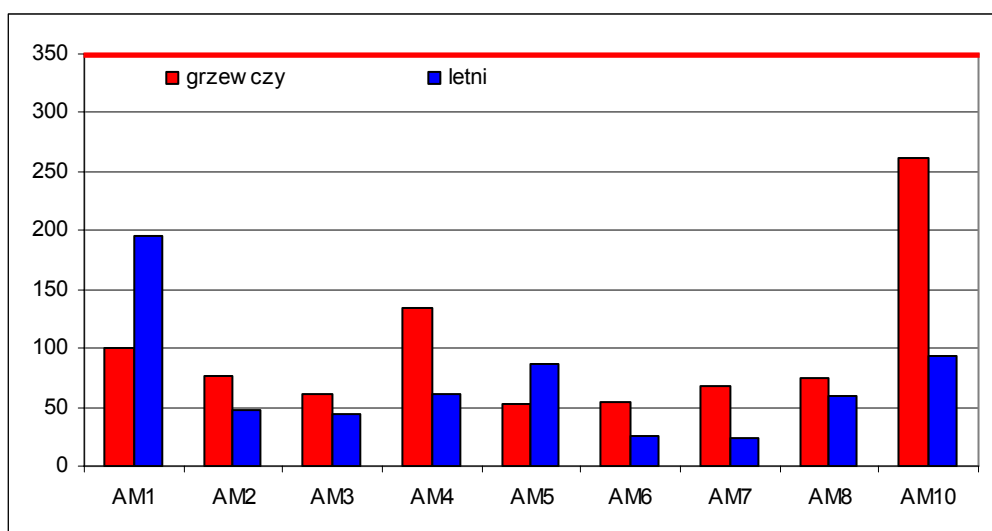
W 2009 roku we wszystkich czterech miastach wartości stężeń dobowych mieściły się w przedziale do 40% normy, tylko 1,4% w Gdyni wykroczyło poza ten przedział. W Sopocie 100% wyników mieści się w zakresie do 20% wartości dopuszczalnych.

W roku 2009 nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 1h (chwilowych)**. Maksymalne stężenie ditlenku siarki $S_{1h} = 261,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmierzono w stacji nr 10 w Gdyni Śródmieściu 21 stycznia o godz. 17:00, temperatura powietrza wynosiła 2,0°C, wiatr o prędkości 1,8 m/s wiał z kierunku północno-wschodniego.

W sezonie letnim najwyższe stężenie ditlenku siarki $S_{1h} = 196,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji AM1 w Gdańsku Śródmieściu w dniu 15 kwietnia o godzinie 13:00 przy temp. 14,0 °C.

Tabela 7. Maksymalne stężenia 1-godzinne ditlenku siarki

Stacja	Stężenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 Gdańsk Śródmieście	99,5	196,2
AM2 Gdańsk Stogi	77,0	46,9
AM3 Gdańsk Nowy Port	60,4	43,7
AM4 Gdynia Pogórze	135,0	61,5
AM5 Gdańsk Szadółki	52,7	86,3
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	55,2	26,2
AM7 Tczew ul. Targowa	68,0	23,6
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	75,0	59,3
AM10 Gdynia Śródmieście	261,2	94,1
Dopuszczalny poziom ditlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar	350
	uzdrowisko	350
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	24	



Ryc. 21. Maksymalne wartości stężeń 1-godzinnych ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

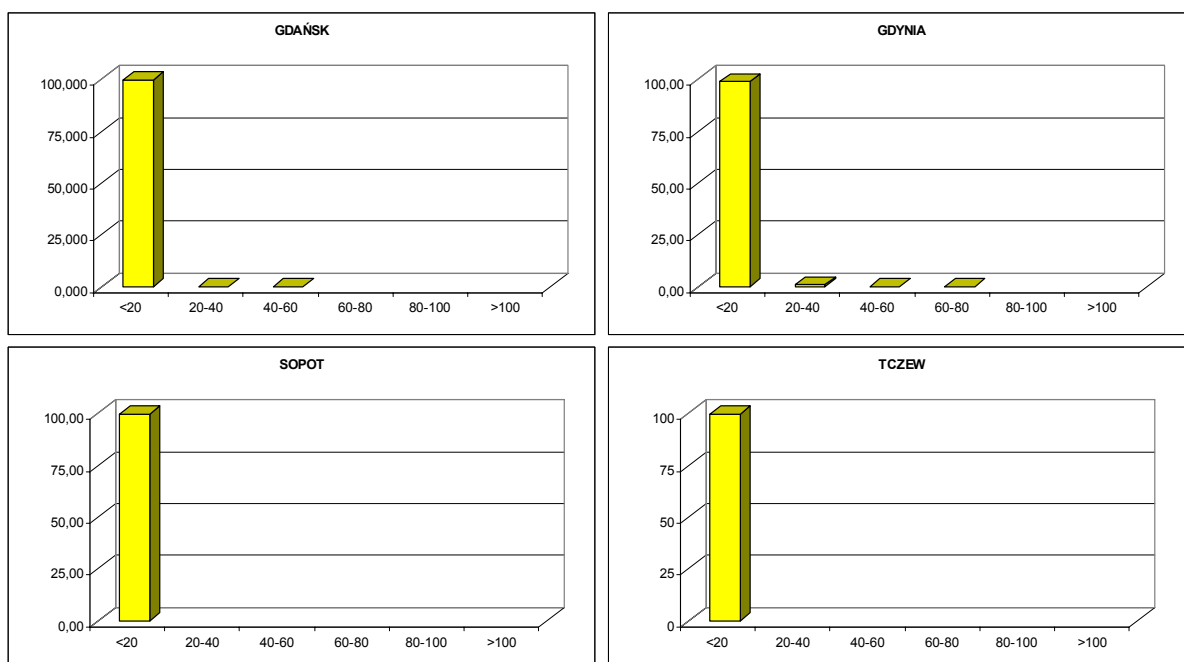
Maksymalne wartości stężeń w okresie grzewczym wahały się od 15,1% poziomu dopuszczalnego na stacji AM5 Gdańsk Szadółki do 74,6% na stacji AM10 Gdynia Śródmieście.

W sezonie letnim przedział wartości stężeń wynosił od 6,7% poziomu dopuszczalnego na stacji AM7 Tczew do 56,1% w Gdańsku Śródmieściu (stacja AM1).

Zagregowane wyniki dla obszarów miast pokazują, że we wszystkich miastach ponad 99% stężeń 1-godzinnych występuje w przedziale do 20% dopuszczalnego poziomu.

Przedział %D _{1h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń SO ₂ [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	99,935	99,13	100,0	100,0
20-40	0,060	0,77	0,00	0,00
40-60	0,005	0,08	0,00	0,00
60-80	0,000	0,02	0,00	0,00
80-100	0,000	0,00	0,00	0,00
>100	0,000	0,00	0,00	0,00

%D_{1h}



Ryc.22. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki w określonych przedziałach stężeń

3.2. Tlenki azotu

Tlenek i ditlenek azotu mierzone były w 8 stacjach ARMAAG przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 48C, w jednej stacji (AM10) analizatorem Thermo 17C. Do oznaczania monotlenku i ditlenku azotu stosowano procedurę badawczą RMA/PB-01 *Pomiary stężeń SO₂, NO-NO₂-NO_x, CO, i O₃ w powietrzu atmosferycznym metodami automatycznymi* opracowaną w zakresie dotyczącym monotlenku i ditlenku azotu na podstawie normy PN-EN 14211 październik 2005 **Jakość powietrza atmosferycznego. Standardowa chemiluminescencyjna metoda pomiaru stężenia monotlenku i ditlenku azotu.**

Wskazania tlenku i ditlenku azotu kontrolowano zgodnie z procedurą RMA/PO-10 *Zapewnienie jakości wyników badań.*

Tabela 8. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2009

Stacja	% ważnych danych									Stosunek danych sezon grzewczy /sezon letni dla NO ₂
	rok			sezon grzewczy			sezon letni			
	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	
AM1	96,8	96,8	96,8	95,9	95,9	95,9	97,7	97,7	97,7	0,98
AM2	97,5	97,5	97,5	96,7	96,7	96,7	98,3	98,3	98,3	0,98
AM3	95,1	95,1	95,1	94,9	94,9	94,9	95,3	95,3	95,3	1,00
AM4	97,1	97,1	97,1	97,2	97,2	97,2	97,0	97,0	97,0	1,00
AM5	96,7	96,7	96,7	97,8	97,8	97,8	95,5	95,5	95,5	1,02
AM6	97,0	97,0	97,0	97,7	97,7	97,7	96,2	96,2	96,2	1,02
AM7	96,8	96,8	96,8	96,5	96,5	96,5	97,2	97,2	97,2	0,99
AM8	93,6	93,6	93,6	94,4	94,4	94,4	92,8	92,8	92,8	1,02
AM10	70,1	70,1	70,1	81,4	81,4	81,4	59,0	59,0	59,0	1,38
Minimalny procent ważnych danych	90	90	90	90	90	90	90	90	90	< 2

Zbyt mała ilość ważnych danych w 2009 roku nie upoważniała do podawania stężeń ze stacji AM10 w odniesieniu do sezonu letniego i całego roku. Dla okresu grzewczego ilość ważnych danych spełniała wymagane kryteria.

3.2.1 Ditlenek azotu

Dla ditlenku azotu określone są poziomy dopuszczalne dla czasów uśredniania 1h z określoną częstością występowania oraz w odniesieniu do roku oraz 1-godzinne stężenie alarmowe.

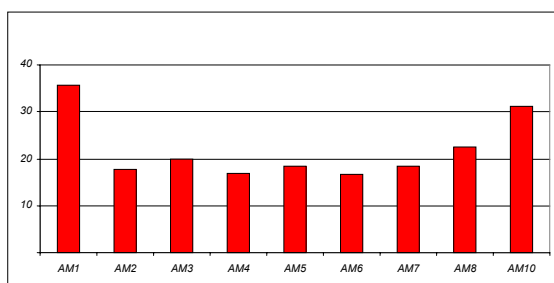
Wartości stężeń średniokresowych i średniorocznych przedstawiono w Tabeli 9 i na rycinach 23,24,25.

W poszczególnych stacjach w roku 2009 średnioroczne i średniokresowe stężenia zanieczyszczeń przedstawiały się następująco:

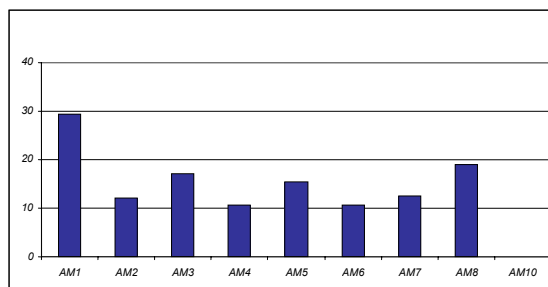
Tabela 9. Stężenia ditlenku azotu średniookresowe i średnioroczne

Stacja	Stężenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 Gdańsk Śródmieście	35,7	29,4	32,5
AM2 Gdańsk Stogi	17,7	12,0	14,8
AM3 Gdańsk Nowy Port	19,9	17,1	18,5
AM4 Gdynia Pogórze	16,8	10,6	13,7
AM5 Gdańsk Szadółki	18,4	15,3	16,9
AM6 Sopot, ul. Bitwy pod Płowcami	16,6	10,6	13,6
AM7 Tczew ul. Targowa	18,4	12,5	15,4
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	22,5	19,0	20,8
AM10 Gdynia Śródmieście	31,0		
Dopuszczalny poziom ditlenku azotu w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40		

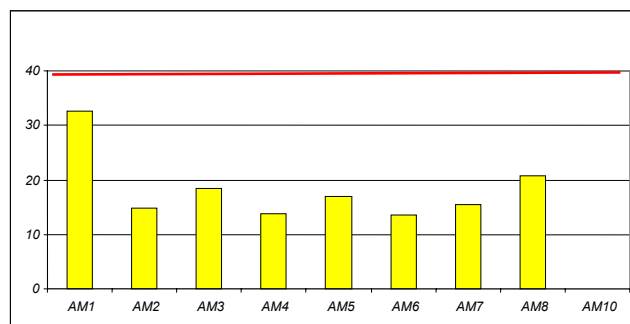
Średnioroczne stężenia ditlenku azotu we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 34% normy na stacji AM6 Sopot do 81 % na stacji AM1 Gdańsk Śródmieście.



Ryc. 23. Stężenia ditlenku azotu w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc. 24. Stężenia ditlenku w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

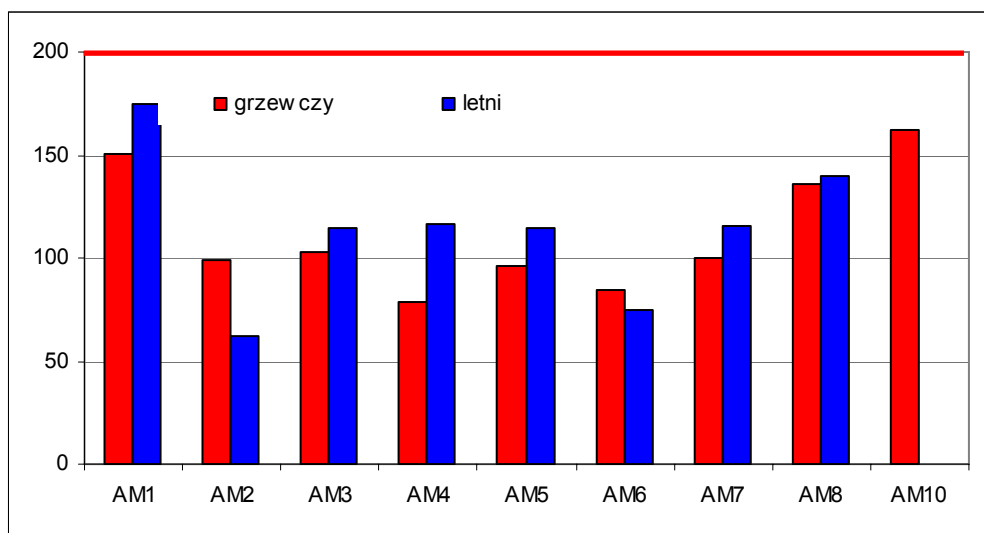


Ryc. 25. Stężenia ditlenku azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

W 2009 roku nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 1h** (chwilowych). Maksymalne stężenie dwutlenku azotu $S_{1hmax} = 174,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu w dniu 4 kwietnia o godzinie 21:00. Temperatura wynosiła $9,5^\circ\text{C}$, ciśnienie $1009,9 \text{ hPa}$, wilgotność $51,9\%$.

Tabela 10. Maksymalne stężenia dwutlenku azotu 1-godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Stacja	Maksymalne stężenia jedenogodzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	151,0	174,5
AM2 - Gdańsk Stogi	99,2	62,0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	102,7	114,6
AM4 - Gdynia Pogórze	78,2	116,7
AM5 - Gdańsk Szadółki	95,7	114,2
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	84,8	75,2
AM7 - Tczew ul. Targowa	100,2	115,5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	136,1	140,0
AM10 - Gdynia Śródmieście	162,2	
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu	200	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	18	



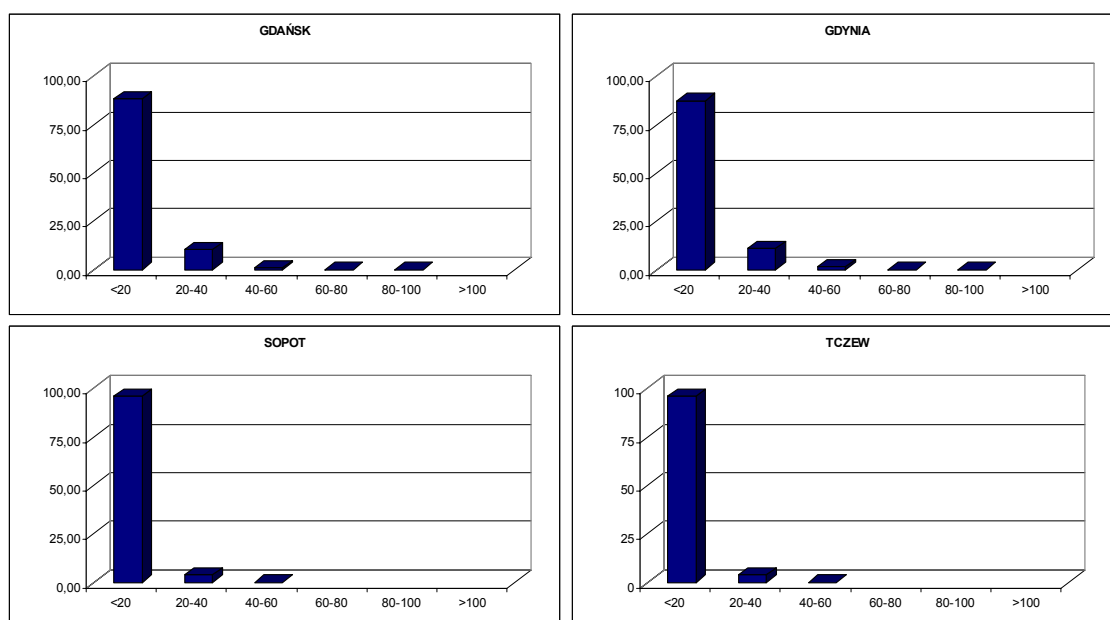
Ryc. 26. Maksymalne stężenia dwutlenku azotu 1-godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Oprócz bezwzględnych wartości dla oceny jakości powietrza ważne są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Z poniższej tabeli wynika, że w przedziale $< 20\%$ wartości dopuszczalnej odnotowuje się mniej niż 90% zmierzonych stężeń w Gdańsku i Gdyni, a w Sopocie i w Tczewie ponad 95%. Ilość stężeń odnotowanych powyżej 60% wartości dopuszczalnej w roku 2009 była minimalna.

Przedział %D _{1h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń NO ₂ [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	88,33	87,64	96,24	96,09
20-40	10,49	10,86	3,73	3,82
40-60	1,06	1,43	0,02	0,09
60-80	0,11	0,06	0,00	0,00
80-100	0,01	0,01	0,00	0,00
>100	0,00	0,00	0,00	0,00

Powyższą analizę przedstawiono graficznie na histogramach.

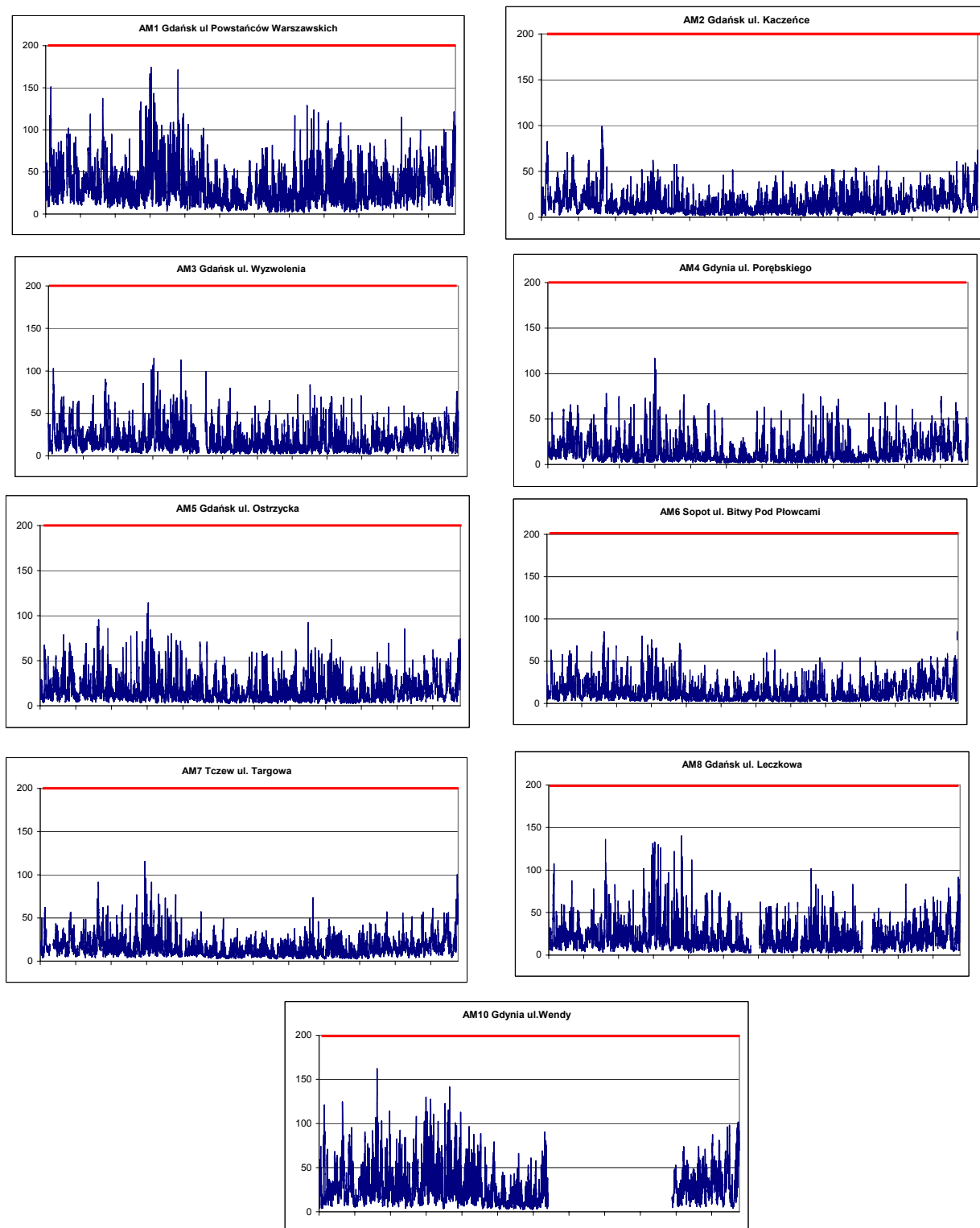
%D_{1h}



Ryc. 27. Częstość występowania uśrednionych 1h stężeń ditlenku azotu w określonych przedziałach stężeń

Charakterystykę zmienności stężeń w okresie całego roku na poszczególnych stacjach przedstawiono na rycinie 28.

ARMAAG 2009



Ryc.28. Przeciętne przebiegi stężeń ditlenku azotu 1-godzinnych

3.2.2 Tlenki azotu

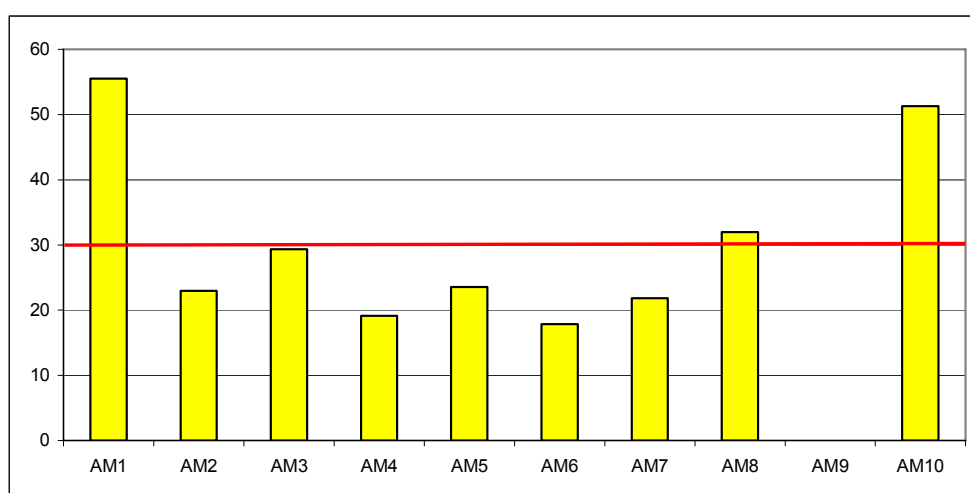
Stężenia tlenków azotu normowane są ze względu na ochronę roślin, w odniesieniu do okresu roku.

Zgodnie z przyjętymi zasadami średnioroczne wartości stężeń tlenków azotu obliczono dla wszystkich stacji ARMAAG. Z powodu braku ciągłości serii nie podano wartości stężeń dla stacji AM10.

Wartości stężeń przedstawiono w tabeli 11 i na rycinie 29.

Tabela 11. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Stacja	Stężenia średnioroczne NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
AM1 Gdańsk Śródmieście	55,5
AM2 Gdańsk Stogi	22,9
AM3 Gdańsk Nowy Port	29,4
AM4 Gdynia Pogórze	19,2
AM5 Gdańsk Szadółki	23,6
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	17,8
AM7 Tczew ul. Targowa	21,9
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	32,0
AM10 Gdynia Śródmieście	
Dopuszczalny poziom tlenków azotu w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]*	30



Ryc.29. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Średnioroczne wartości tlenków azotu są najwyższe (przekraczające normę ze względu na ochronę roślin) na stacjach AM1 Gdańsk Śródmieście i AM8 Gdańsk Wrzeszcz. Obie te stacje zlokalizowane są w obszarze intensywnego ruchu samochodowego.

3.3. Pył PM₁₀

Pomiary pyłu PM₁₀ nie zostały objęte zakresem akredytacji, niemniej do pobierania prób i wykonywania pomiarów stosowano takie same procedury jak do zanieczyszczeń objętych zakresem akredytacji.

Pomiary pyłu w aglomeracji są niezwykle istotne z uwagi na realizowany program naprawy powietrza.

Pył PM₁₀ uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki (PM₁₀ i mniejsze) wprowadzane są do powietrza w wyniku emisji pierwotnej lub powstają w atmosferze w wyniku w rezultacie reakcji i procesów przy transporcie na większe odległości gazów: SO₂, NO_x, NH₃ oraz lotnych związków organicznych jako emisja wtórna¹.

Zgodnie z właściwym Rozporządzeniem² jako metodę referencyjną dla pomiaru pyłu PM₁₀ uznaje się metodę manualną wagową. Jako metodę pozyskiwania informacji godzinnych o stężeniach PM₁₀ podaje się metodę automatyczną. W roku 2009 pył PM₁₀ w stacjach ARMAAG mierzony był (podobnie jak w innych stacjach sieci AIRBASE) dwiema metodami automatycznymi: metodą radiometryczną analizatorem firmy Eberline i metodą wagi oscylacyjnej pyłomierzem firmy Rupprecht & Pataschnick. Na stacji AM8 prowadzony był program ekwiwalentności pomiaru pyłu PM₁₀ przy użyciu referencyjnego analizatora wysokoobjętościowego z automatycznym zmieniającym filtrów.

Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano, co trzy miesiące przy użyciu folii kalibracyjnych, zgodnie z procedurą kalibracji.

Kompletność serii pomiarowych oraz inne kryteria dla obliczania średnich wartości podano w tabeli 12.

Tabela 12. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM₁₀ w roku 2009

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 Gdańsk Śródmieście	97,1	96,8	97,4	0,99
AM2 Gdańsk Stogi	98,6	98,3	98,8	0,99
AM3 Gdańsk Nowy Port	94,8	90,0	99,6	0,90
AM4 Gdynia Pogórze	98,1	97,5	98,7	0,99
AM5 Gdańsk Szadółki	97,6	99,2	96,0	1,03
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	99,2	99,3	99,0	1,00
AM7 TczewUl. Targowa	98,6	98,1	99,1	0,99
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	96,8	99,9	93,6	1,07
AM10 Gdynia Śródmieście	99,8	100,0	99,6	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	<2

Poziomy dopuszczalne dla pyłu PM₁₀, określone ze względu na ochronę zdrowia, odnoszą się do okresu doby i roku. Wartości chwilowe jednogodzinne można odnosić dla tzw. wartości odniesienia dla celów projektowych.

Dla pyłu PM_{2,5} jako wartość referencyjną stężenia średniorocznego przyjęto 25 µg/m³.

¹ Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996-2003. Warszawa 2003

² Rozporządzenie MŚ z dnia 17 grudnia 2008 o ocenie poziomów dopuszczalnych

Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych obliczono dla wszystkich okresów i przedstawiono w tabeli 13 i na rycinach 30, 31, 32.

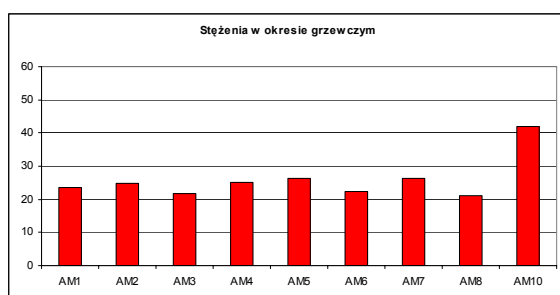
W poszczególnych stacjach w roku 2009 średnioroczne i średniookresowe stężenia pyłu PM₁₀ przedstawiały się następująco:

Tabela 13. Stężenia pyłu PM₁₀ średniookresowe i średnioroczne

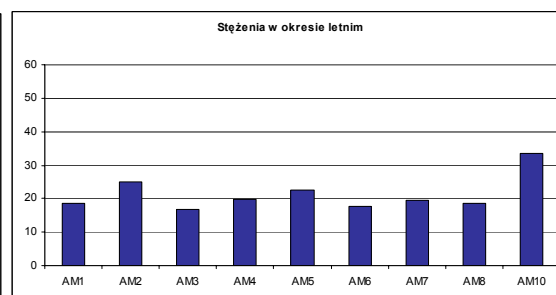
Stacja	Stężenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 Gdańsk Śródmieście	23,5	18,7	21,1
AM2 Gdańsk Stogi	24,8	24,8	24,8
AM3 Gdańsk Nowy Port	21,7	16,7	19,1
AM4 Gdynia Pogórze	25,2	19,7	22,4
AM5 Gdańsk Szadółki	26,3	22,7	24,5
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	22,2	17,8	20,0
AM7 Tczew ul. Targowa	26,3	19,6	22,9
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	21,2	18,6	19,9
AM10 Gdynia Śródmieście	41,9	33,4	37,6
Dopuszczalny poziom pyłu PM ₁₀ w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40		

W roku 2009 nie stwierdzono przekroczeń średniorocznego stężenia pyłu PM₁₀. Kolejny rok z rzędu najwyższą wartość 37,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji Gdynia Śródmieście, co stanowi 94 % wartości dopuszczalnej.

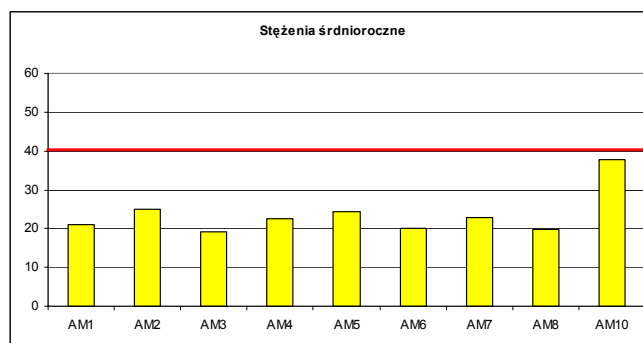
W rejonie stacji AM10 Gdynia Śródmieście trwały intensywne prace modernizacyjne infrastruktury portowej, stąd wyniki pomiarów należy traktować jako reprezentatywne dla najbliższego rejonu stacji.



Ryc. 30. Stężenia pyłu PM₁₀ w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc. 31. Stężenia pyłu PM₁₀ w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.32. Stężenia pyłu PM_{10} średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

W roku 2009 przekroczenia **norm średniodobowych** dla pyłu PM_{10} odnotowano we wszystkich stacjach. W 2009 roku Pomorski Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska w Gdańsku nie uwzględnił w corocznej ocenie jakości powietrza ³ wyników ze stacji zlokalizowanej w Gdyni przy ul. Wendy.

Z tego względu ilość dni z przekroczeniami dla Aglomeracji została obliczona bez stacji AM10 i wyniosła 34 nie przekraczając tym samym dopuszczalnej częstości wynoszącej 35 dni w roku. Wyłącznie dla celów informacyjnych podano również liczbę dni z przekroczeniami z uwzględnieniem stacji AM10 i wyniosła ona 88. Zanotowano spadek ilości dni z przekroczeniem normy średniodobowej w porównaniu z rokiem poprzednim, gdy takich dni odnotowano 57. W Tczewie w roku 2009 zanotowano 11 dni z przekroczeniami dopuszczalnego poziomu stężeń w odniesieniu do doby.

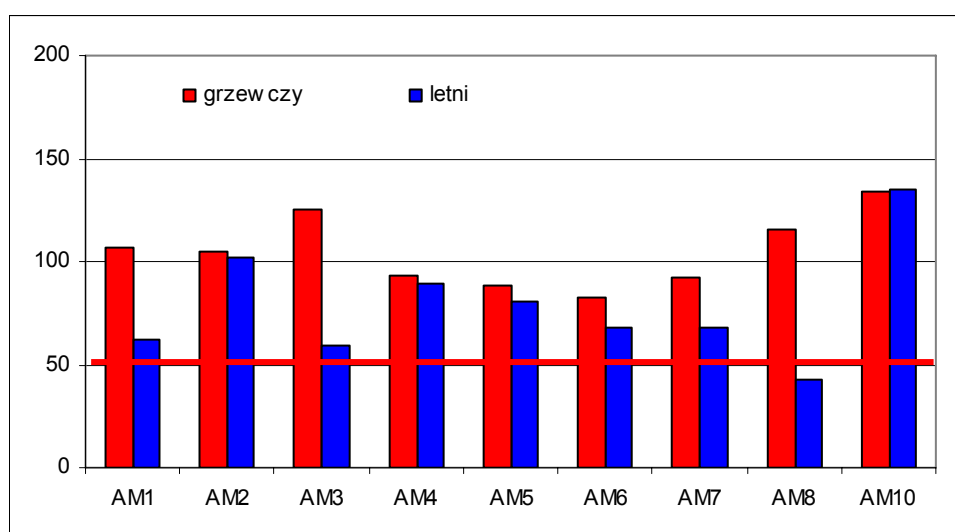
Wyższe od dopuszczalnych były maksymalne wartości stężeń 24-godzinnych. Wyniki pomiarów prezentuje tabela 14 oraz rycina 33.

³ Ocena roczna jakości powietrza w województwie pomorskim za 2009 rok, Gdańsk marzec 2010

Tabela 14. Maksymalne stężenia pyłu PM₁₀ średniodobowe

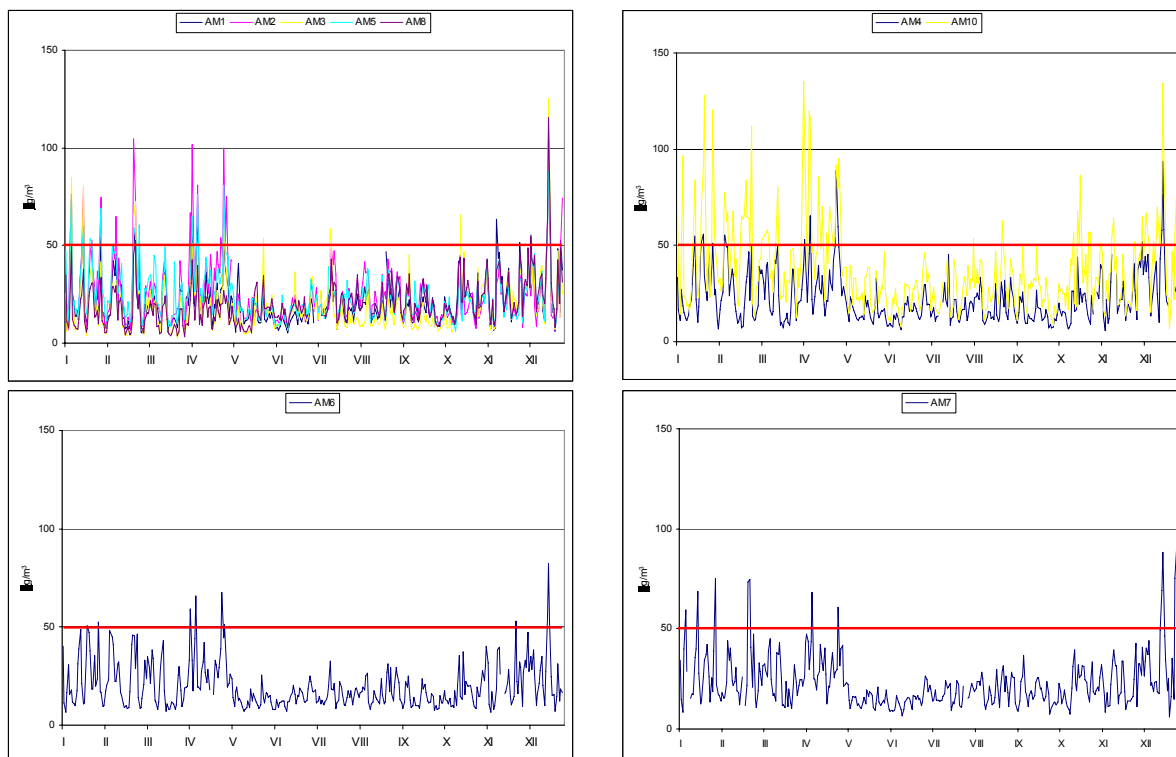
Stacja	Maksymalne stężenia pyłu PM ₁₀ średniodobowe [µg/m ³]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 Gdańsk Śródmieście	106,5	62,0
AM2 Gdańsk Stogi	104,5	101,8
AM3 Gdańsk Nowy Port	125,5	59,0
AM4 Gdynia Pogórze	93,7	89,1
AM5 Gdańsk Szadółki	88,4	81,0
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	82,4	67,6
AM7 Tczew ul. Targowa	91,8	68,2
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	115,6	43,2
AM10 Gdynia Śródmieście	134,1	135,4
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [µg/m ³]	50	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	35	
Ilość dni z przekroczeniami:	sezon grzewczy	sezon letni
Aglomeracja (bez stacji AM10)	22	12
	34	
Tczew	9	2
	11	

Maksymalne stężenie średniodobowe = **135,4 µg/m³** odnotowano na stacji nr 10 w Gdyni Śródmieściu dnia 3 kwietnia przy średniej temperaturze powietrza 7,1°C i wietrze z sektora zachodniego.



Ryc. 33. Maksymalne stężenia pyłu PM10 średniodobowe w okresie grzewczym i letnim

Uśrednione 24-godzinne przebiegi stężeń pyłu PM_{10} na poszczególnych stacjach przedstawiono na rycinie 34.



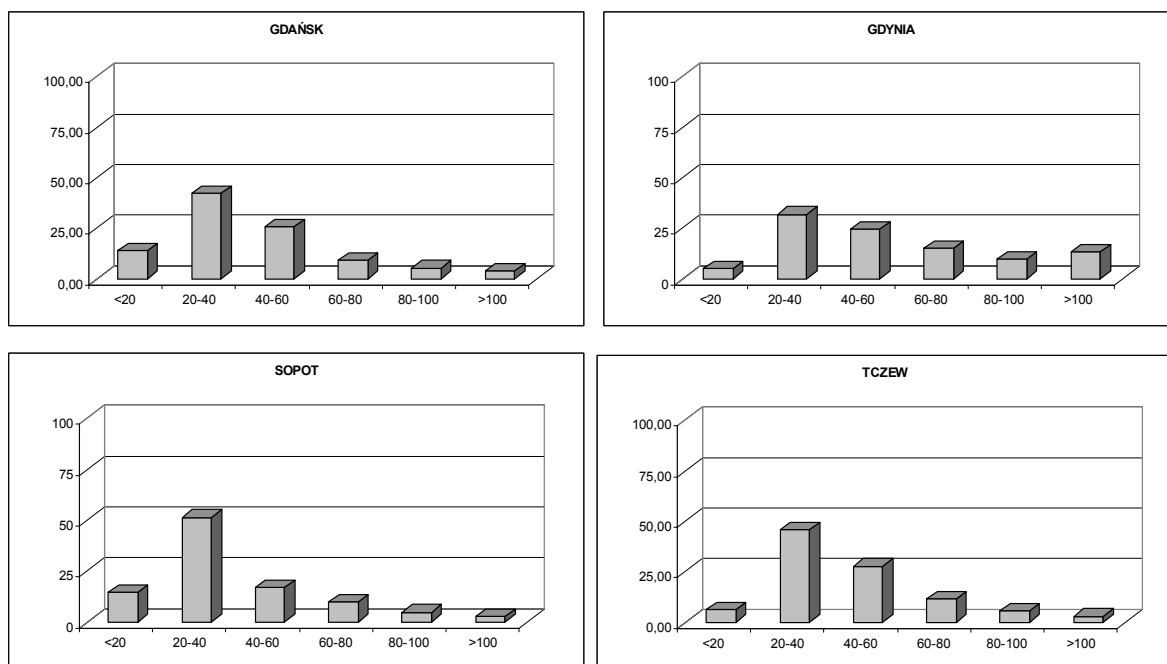
Ryc.34. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń pyłu PM_{10} w roku 2009 [$\mu g/m^3$]

Stan zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{10} analizowano, obliczając częstość występowania określonych wartości stężeń średniodobowych.

W tabeli poniżej i na rycinie 35 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń pyłu PM_{10} o czasie uśredniania 24h.

Przedział %D _{24h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń pyłu PM_{10} [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	13,79	5,15	14,40	6,11
20-40	42,15	31,89	51,52	45,83
40-60	25,65	24,51	16,90	27,78
60-80	9,10	15,04	9,70	11,39
80-100	5,37	9,89	4,71	5,83
>100	3,95	13,51	2,77	3,06

%D_{24h}



Ryc. 35. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM₁₀ w określonych przedziałach stężeń

Najwięcej wyników mieści się w przedziale od 20-40% normy.

Wyników powyżej 100% normy było:

w Gdańsku	3,95	%
w Gdyni	13,51	%
w Sopocie	2,77	%
w Tczewie	3,06	%

3.4. Tlenek węgla

Tlenek węgla mierzony był w 6 stacjach ARMAAG przy użyciu analizatorów Thermo Environmental model 48C. Do oznaczania tlenku węgla stosowano procedurę badawczą RMA/PB-01 *Pomiary stężeń SO₂, NO-NO₂-NO_x, CO, i O₃ w powietrzu atmosferycznym metodami automatycznymi* opracowaną w zakresie dotyczącym monotlenku węgla na podstawie normy PN-EN 14626 październik 2005 **Jakość powietrza atmosferycznego. Standardowa metoda pomiaru stężenia tlenku węgla z zastosowaniem niedyspersyjnej spektroskopii w podczerwieni.**

Wskazania tlenku węgla kontrolowano zgodnie z procedurą RMA/PO-10 *Zapewnienie jakości wyników badań.*

Tabela 15. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2009

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3 Gdańsk Nowy Port	96,6	95,4	97,7	0,98
AM4 Gdynia Pogórze	97,1	97,1	97,0	1,00
AM5 Gdańsk Szadółki	96,6	97,9	95,3	1,03
AM6 Sopot ul, Bitwy pod Płowcami	97,1	97,9	96,3	1,02
AM7 Tczew ul, Targowa	97,7	97,4	98,1	0,99
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	95,7	98,7	92,8	1,06
Minimalna ilość ważnych danych	90			

Poziom tlenku węgla określa się na podstawie obliczonych wartości jako maksymalną średnią ośmiogodzinną spośród średnich kroczących, obliczanych co godzinę z ośmiu średnich jednogodzinnych w ciągu doby. Każdą tak obliczoną średnią 8-godziną 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.

Wartości maksymalnych stężeń 8h w sezonie grzewczym i letnim przedstawiono w tabeli 16 i na rycinie 36.

W poszczególnych stacjach w 2009 roku stężenia tlenku węgla przedstawiały się następująco:

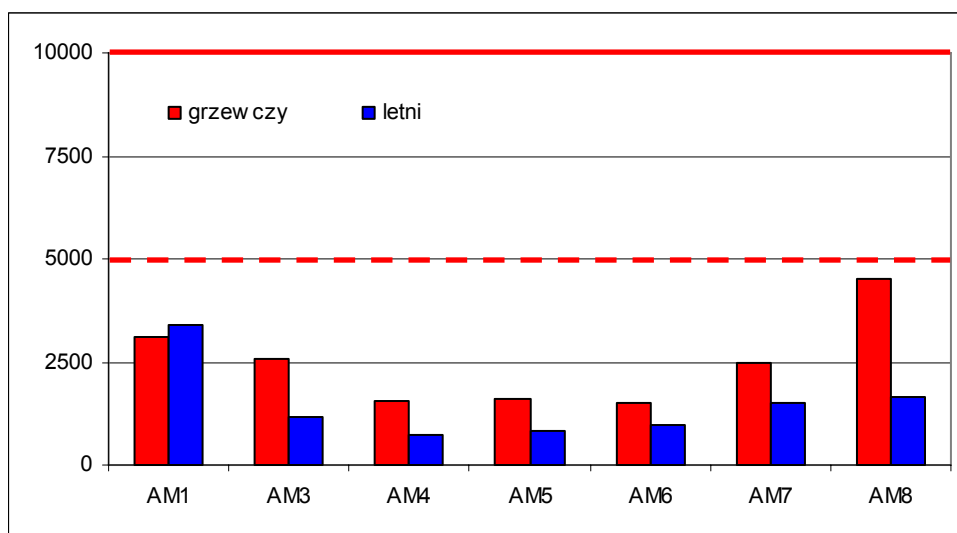
Tabela 16. Maksymalne stężenia tlenu węgla 8-godzinne kroczące

Stacja	Maksymalne stężenia CO 8h kroczące [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM3 Gdańsk Nowy Port	2596,2	1164,9
AM4 Gdynia Pogórze	1534,2	725,8
AM5 Gdańsk Szadółki	1584,2	848,3
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	1529,0	964,4
AM7 Tczew ul. Targowa	2472,6	1484,0
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	4522,8	1670,7
Dopuszczalny poziom tlenu węgla w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar	uzdrowisko
	10000	5000

Maksymalne 8h stężenia tlenu węgla były niższe od wartości dopuszczalnych i osiągały poziom od 15,3% (AM4 Gdynia Pogórze) do 45,2% (AM8 Gdańsk Wrzeszcz) wartości dopuszczalnych.

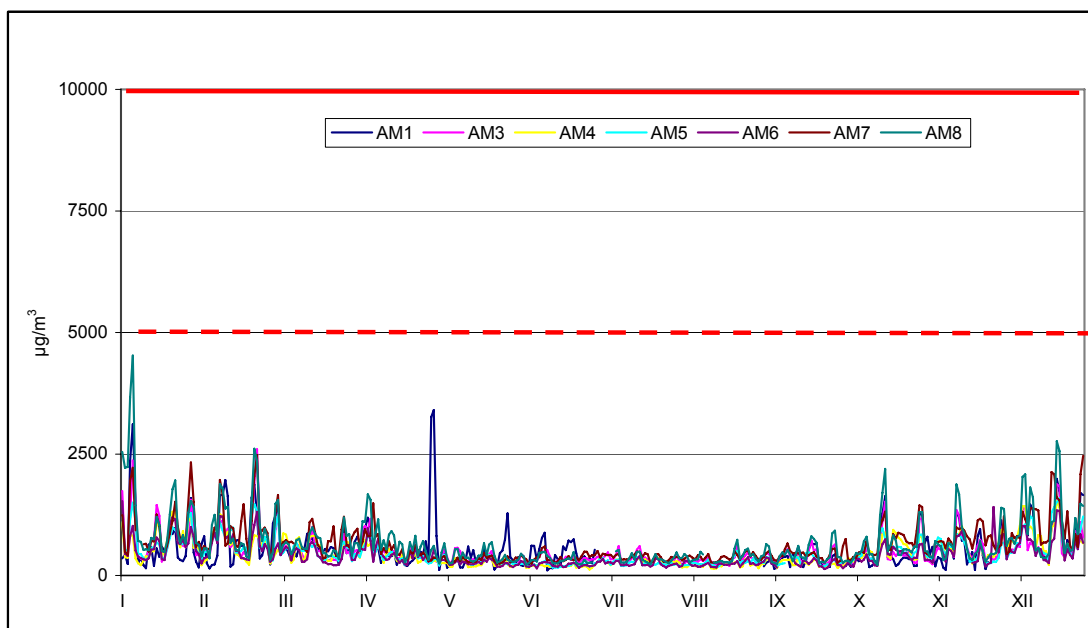
Maksymalne 8h stężenia tlenu węgla na stacji AM6 Sopot były niższe od wartości dopuszczalnych dla uzdrowiska i stanowiły 30,6% wartości dopuszczalnych.

We wszystkich stacjach pomiarowych za wyjątkiem stacji AM1 stężenie tlenu węgla było znacznie wyższe w sezonie grzewczym niż w okresie letnim.



Ryc. 36. Maksymalne stężenia tlenu węgla 8-godzinne kroczące [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Przebieg 8h stężeń kroczących na wszystkich stacjach, mierzących tlenek węgla, przedstawiono na rycinie 37.



Ryc.37. Przebiegi stężeń tlenku węgla 8h kroczących w stacjach sieci ARMAAG [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Najwyższe poziomy stężenie notowane były w stacji AM8 w Gdańsku przy ul. Leczkowa, w rejonie rozproszonej zabudowy jednorodzinnej o mieszanym systemie ogrzewania i będącym jednocześnie pod wpływem emisji z wysokich emitorów EC II. Maksymalne stężenie tlenku węgla **1h = 5328,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** zmierzono w dniu 5 stycznia o godzinie 09:00 przy temperaturze minus -9,6 °C i prędkości wiatru 0,1 m/s z kierunku północno wschodniego i wilgotności 73,7%.

Najwyższe stężenie 8h wyliczone ze stężeń kroczących **8h = 4522,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** odnotowano w tej stacji również w dniu 5 stycznia.

Na obszarze objętym pomiarami sieci ARMAAG blisko 100% wyników tlenku węgla mieści się w zakresie do 20% normy.

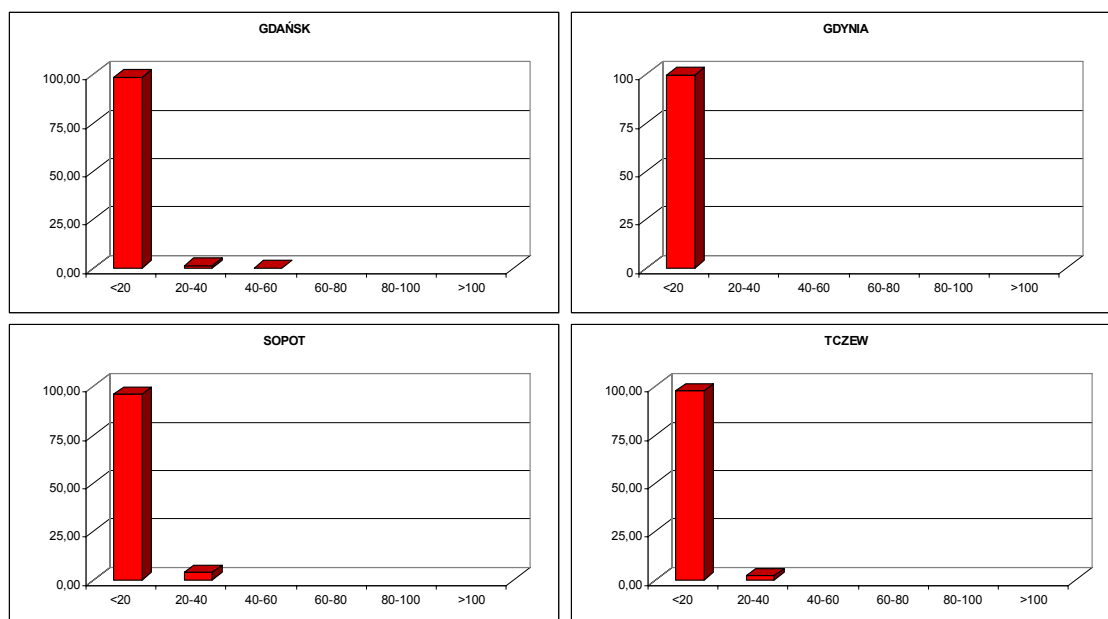
W Gdańsku, odnotowano jedynie 1,24% wyników w zakresie od 20% do 40% normy, natomiast w Sopocie takich wyników było 3,91% a w Tczewie 2,22 %.

W Gdyni stężenia tlenku węgla mieszczą się w 100% w przedziale do 20% normy.

Przedział %D _{8h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń CO [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
< 20	98,68	100,00	96,09	97,78
20-40	1,24	0,00	3,91	2,22
40-60	0,07	0,00	0,00	0,00
60-80	0,00	0,00	0,00	0,00
80-100	0,00	0,00	0,00	0,00
>100	0,00	0,00	0,00	0,00

Na rycinie 38 przedstawiono procentowe udziały wartości stężeń tlenku węgla 8-godzinnych kroczących w poszczególnych miastach.

%D_{8h}



Ryc. 38. Częstość występowania 8-godzinnych stężeń kroczących tlenku węgla w określonych przedziałach wartości

3.5. Ozon

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

Pomiary ozonu w sieci ARMAAG prowadzone były zgodnie z procedurą badawczą RMA/PB-01 *Pomiary stężeń SO₂, NO-NO₂-NO_x, CO i O₃ w powietrzu atmosferycznym metodami automatycznymi* opracowaną w zakresie dotyczącym ozonu na podstawie normy PN-EN 14625 październik 2005. *Jakość powietrza atmosferycznego. Standardowa metoda pomiaru stężenia ozonu z zastosowaniem fotometrii UV.*

Od października 2007 roku do kalibracji analizatorów ozonu Fundacja ARMAAG stosuje własny kalibrator, który raz w roku jest wzorcowany w Czeskim Instytucie Hydro-meteorologicznym w Pradze.

Kalibrację analizatorów przeprowadza się zgodnie z procedurą systemu zarządzania RMA/PO-10 *Zapewnienie jakości badań.*

Kompletność serii pomiarowych ozonu po wykonaniu rocznej weryfikacji i walidacji wyniosła:

Tabela 17 Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2009

Stacja	% ważnych danych			Stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM4 Gdynia Pogórze	98,6	98,6	98,5	1,00
AM5 Gdańsk Szadółki	78,1	95,4	60,9	1,57
AM6 Sopot	98,9	98,0	99,7	0,98
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	96,6	99,9	93,3	1,07

Wyniki pomiarów, podobnie jak w latach poprzednich, potwierdzają zależność wysokich poziomów ozonu od wysokiej temperatury powietrza oraz spadek poziomu ozonu przy wzroście stężeń tlenków azotu. Rozkład stężeń zależy od lokalizacji stacji.

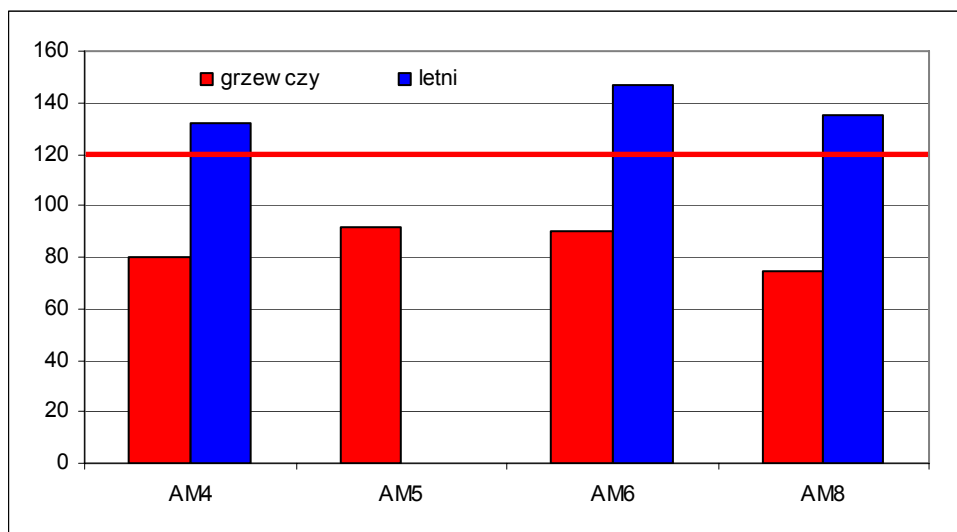
Stężenia 8-godzinne (8h) obliczono zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu MŚ z dnia 3 marca 2008 jako stężenia kroczące.

W sezonie grzewczym stężenia 8-godzinne obliczone ze stężeń kroczących nie przekraczały normy dopuszczalnej = 120 µg/m³. W sezonie letnim, w aglomeracji trójmiejskiej, stężenie wyższe niż poziom dopuszczalny występowało przez 10 dni w stosunku do normy dopuszczalnej, wynoszącej 25 dni.

Maksymalne wartości stężeń ozonu 8h obliczonych ze stężeń kroczących w roku 2009 przedstawiono w tabeli 18 i na rycinie 39.

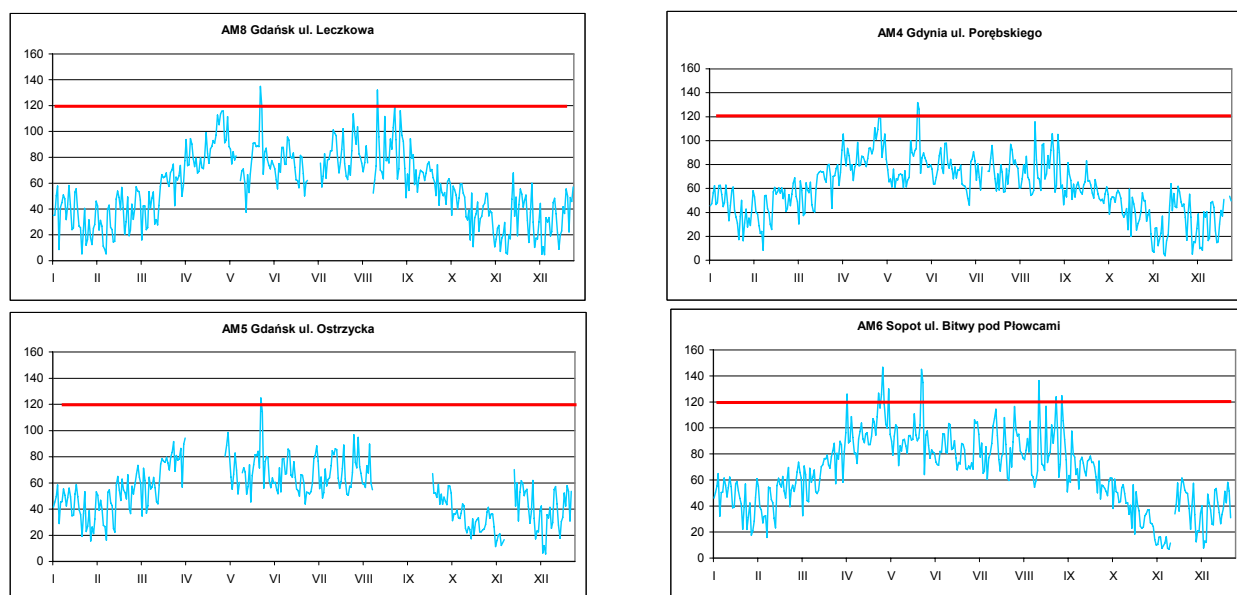
Tabela 18. Maksymalne wartości stężeń ozonu 8-godzinnych w roku 2008

Stacja	Maksymalne stężenia ozonu 8-godzinne		Termin wystąpienia stężeń maksymalnych	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM4 Gdynia Pogórze	80,1	131,7	25.03.2009	26.05.2009
AM5 Gdańsk Szadółki	91,5		26.03.2009	
AM6 Sopot	89,8	146,6	30.03.2009	29.04.2009
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	74,6	134,8	26.03.2009	26.05.2009
Dopuszczalny poziom stężenia ozonu w powietrzu 8-godzinna krocząca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	120			
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	25			
Liczba dni z przekroczeniami w ciągu roku kalendarzowego	10			



Ryc.39. Maksymalne stężenia ozonu 8-godzinne kroczące w sezonach letnim i grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

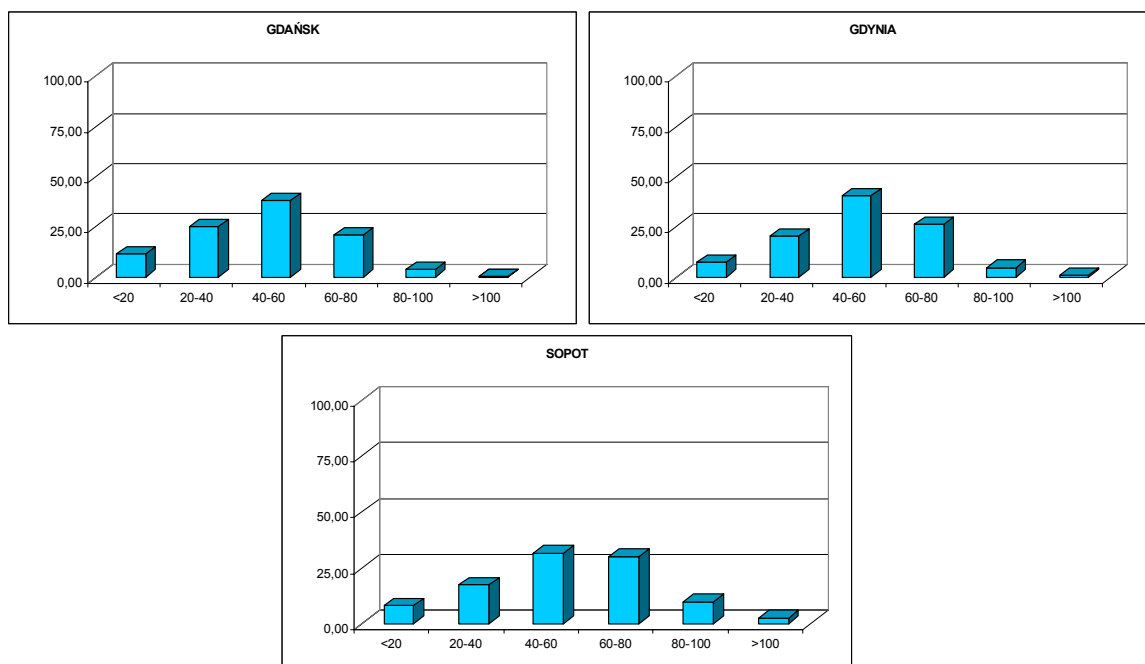
Na rycinie 40 pokazano przebiegi kroczących stężeń 8h w kolejnych dobach roku 2009



Ryc.40. Przebiegi dobowe stężeń ozonu 8-godzinnych kroczących w poszczególnych miesiącach roku 2009

Jak już wspomniano podczas analizy innych zanieczyszczeń, bardzo ważnym parametrem jest częstość występowania określonych przedziałów stężeń.

Przedział %D _{8h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń O ₃ [%]		
	Gdańsk	Gdynia	Sopot
<20	11,41	7,24	8,03
20-40	25,16	20,61	17,45
40-60	38,28	40,39	31,58
60-80	20,94	26,18	29,92
80-100	3,75	4,74	9,97
>100	0,47	0,84	2,77



Ryc.41. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2009 w odniesieniu do wartości 8-godzinnych kroczących

Zarówno w Gdańsku, jak i w Gdyni oraz Sopocie poziomy stężenie ozonu w określonych przedziałach stężeń są podobne. Jak pokazano na rycinie 41 stężenia wyższe od normy notuje się niewiele, bo 0,47% w Gdańsku i 0,84% w Gdyni a 2,77 % w Sopocie.

Innymi normowanymi stężeniami są stężenia 1 godzinne : alertowe = $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tzw. próg informowania społeczeństwa) i alarmowe = $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W aglomeracji gdańskiej w roku 2009 nie zanotowano ani jednego przypadku wystąpienia stężenia ozonu powyżej progu informowania = $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 19. Maksymalne wartości stężeń ozonu 1h w roku 2009

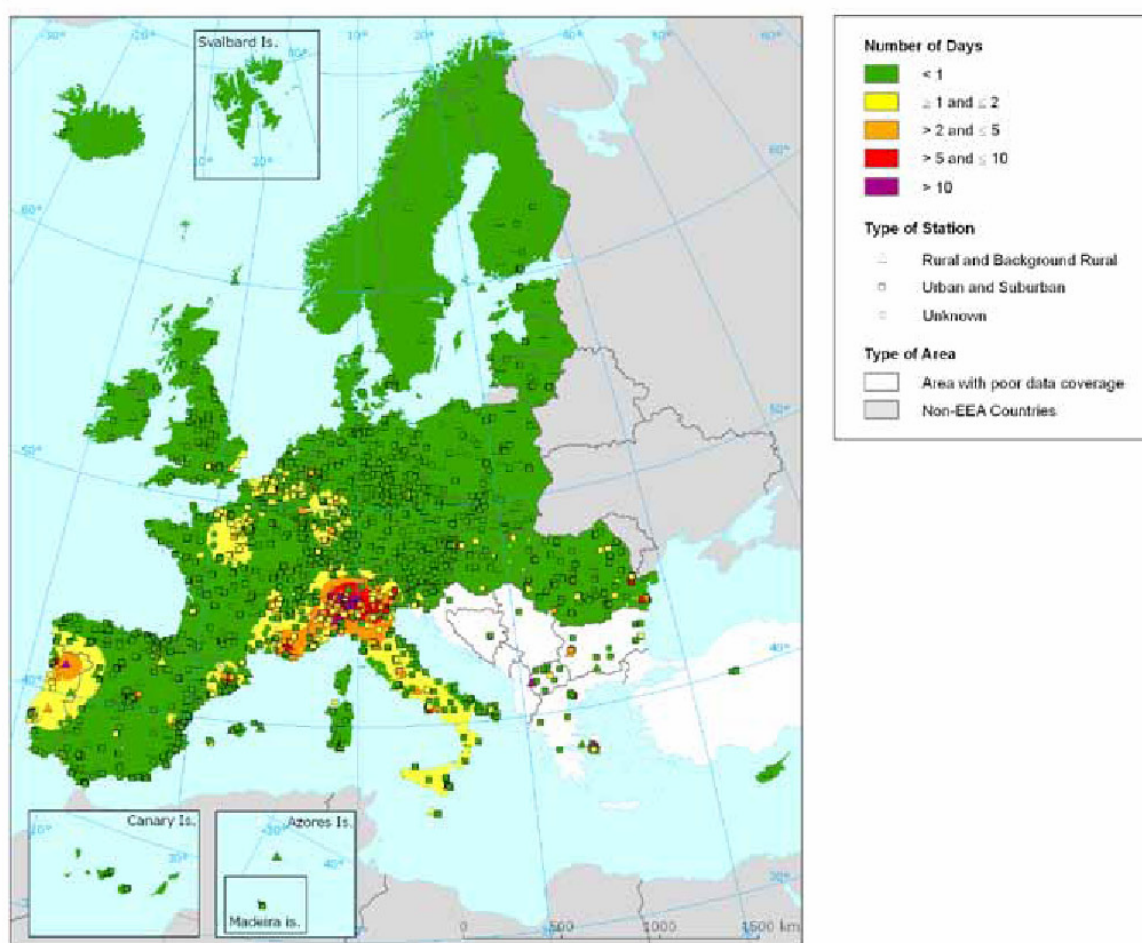
Stacja	Stężenie maksymalne O_3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Termin	Warunki meteorologiczne
AM4 Gdynia Pogórze ul, Porębskiego	136,1	26.05.2009 17:00	Ciśnienie = 1008,6 hPa Prędkość wiatru = 4,5 m/s Temperatura = 26,4 °C Wilgotność = 45,6 %
AM6 Sopot ul, Bitwy pod Płowcami	162,2	29.04.2009 18:00	Ciśnienie = 1005,3 hPa Prędkość wiatru = 0,8 m/s Temperatura = 21,6 °C Wilgotność = 36,6 %
AM8 Gdańsk Wrzeszcz ul, Leczkowa	142,9	26.05.2009 18:00	Ciśnienie = 1004,3 hPa Prędkość wiatru = 5,2 m/s Temperatura = 25,5 °C Wilgotność = 47,4 %
1h - próg informowania społeczeństwa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	180		
1h - wartość alarmowa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	240		

W roku 2009 w sieci europejskiej informacji i obserwacji środowiska kontynuowana była informacja on-line o stężeniach ozonu na uruchomionej w 2006 roku stronie internetowej <http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/map>.

Prezentowano wyniki ze stacji pomiarowych z 34 krajów europejskich:

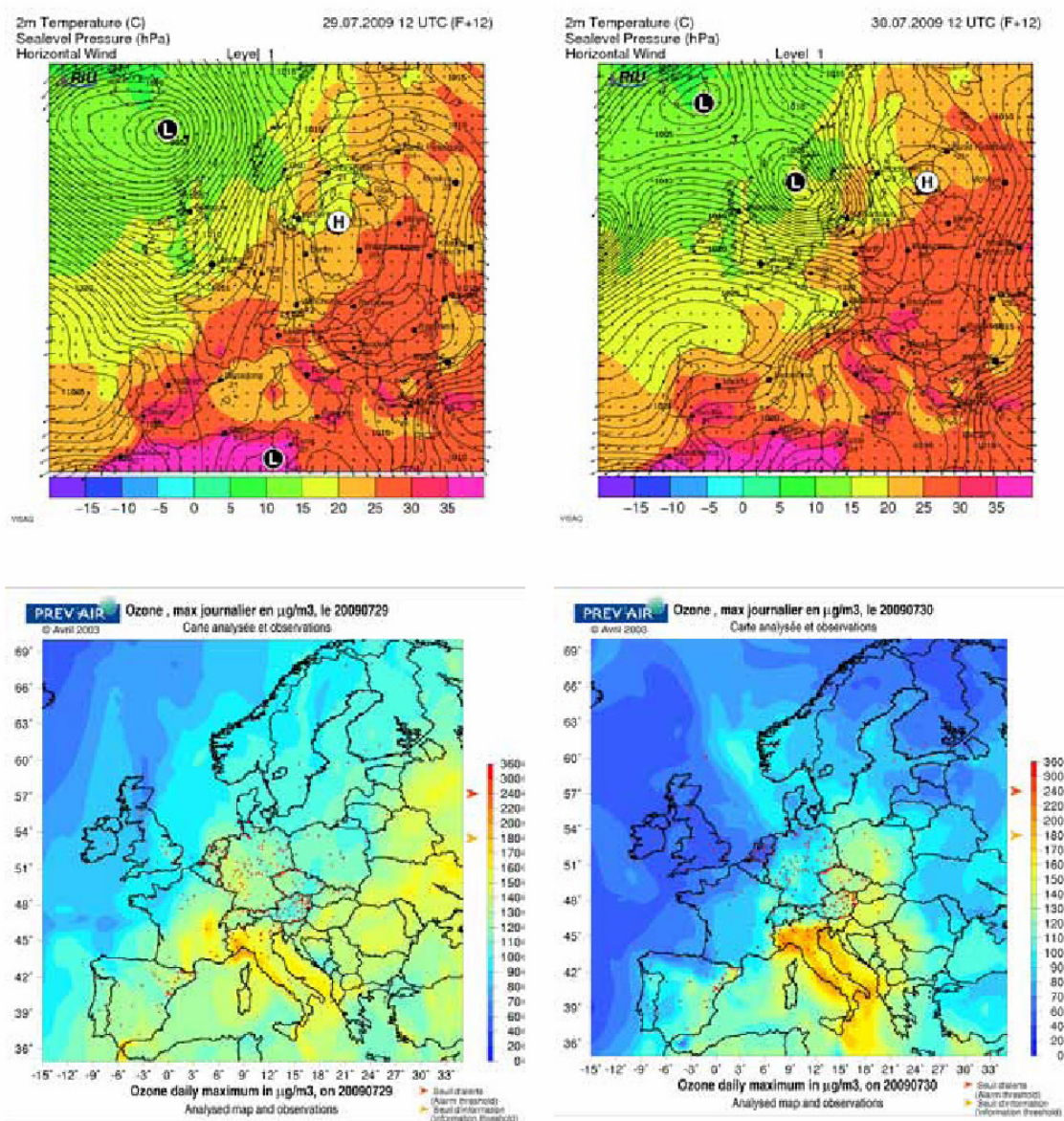
Od roku 2003 w sieci EOINET wyniki stężeń ozonu raportowane są na stronie <http://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-by-ozone-across-europe-during-summer-2009>, gdzie podawane są ilości przekroczeń stężeń alertowych i alarmowych oraz daty ich występowania.

Map 2.1 Number of days on which ozone concentrations exceeded the information threshold



Ryc.42 Mapy stężeń ozonu - ilość dni z przekroczeniami powyżej progu informowania

Map 2.3 Selected days during one of the summer 2009 ozone episodes: observed maximum 1-hour ozone concentrations and meteorological situation (contd)



Ryc. 43 Przykładowe mapy prognozowania stężeń ozonu

3.6. Zanieczyszczenia specyficzne

W roku 2009 nie zmienił się zakres pomiarów substancji specyficznych. Na stacji nr 10 w Gdyni przy ulicy Wendy kontynuowano pomiary benzenu, toluenu, ksylenów i etylobenzenu oraz amoniaku.

W dwóch stacjach: AM3 w Gdańsku i AM4 w Gdyni, wykonywano pomiary ditlenku węgla.

Tabela 20. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2009

Zanieczyszczenie	Stacja	% ważnych danych		
		rok	sezon grzewczy	sezon letni
Benzen (BTEX)	AM10	99,8	100,0	99,6
Dwutlenek węgla (CO ₂)	AM3	96,3	94,9	97,7
	AM4	94,2	97,1	91,2
Amoniak (NH ₃)	AM10	70,1	81,4	59,0
Minimalny procent ważnych danych dla benzenu		90	90	90

Z przedstawionych danych wynika, że ilość ważnych danych upoważnia do obliczenia wartości średniorocznych za wyjątkiem pomiarów NH₃. Pozostałe serie pomiarowe spełniają wymagania Decyzji 101 Komisji Europejskiej dla obliczenia parametrów statystycznych.

3.6.1. Benzen, tolueń, etylobenzen, ksyleny

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

W sieci ARMAAG do pomiaru benzenu stosowany jest chromatograf gazowy monitor Chrompack CP 7001. Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem¹ referencyjną jest metoda oznaczania węglowodorów techniką chromatograficzną GC–FID. Pobór próby dokonywany jest automatycznie.

Obecnie normowany jest średnioroczny poziom benzenu. W rozporządzeniu o wartościach odniesienia podane są stężenia jednogodzinne dla benzenu oraz jednogodzinne i średnioroczne dla toluenu, ksylenu (suma izomerów) i etylobenzenu.

Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych 1h przedstawiono w tabeli 21.

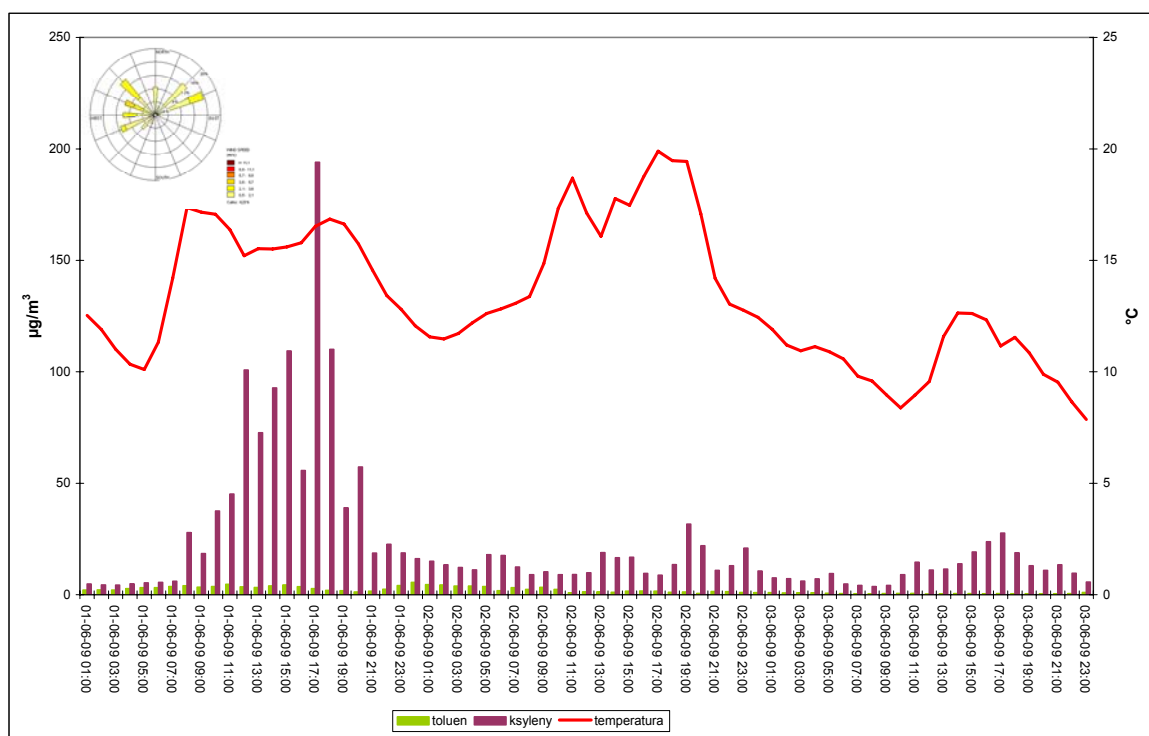
Stężenia węglowodorów aromatycznych, zmierzone na stacji AM10 w roku 2009, przedstawiały się następująco:

Tabela 21. Stężenia węglowodorów aromatycznych

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Termin i warunki wystąpienia stężeń maksymalnych	
	wartości średnioroczne		wartości 1h		termin	warunki meteorologiczne
	Średnioroczne	poziom dopuszczalny lub wartość odniesienia	stężenie maksymalne	wartość odniesienia		
Benzen	1,6	5,0	20,1	30	11.09.2009 11:00	ciśnienie = 1027,2 hPa, prędkość wiatru = 0,5 m/s., temperatura = 16,4 °C, wilgotność = 98,3 %.
Ksylene	5,7	10,0	194,0	100	01.06.2009 17:00	ciśnienie = 1018,3 hPa, prędkość wiatru = 1,1 m/s temperatura = 16,5 °C, wilgotność = 67,6 %.
Toluen	2,3	10,0	54,2	100	15.04.2009 05:00	ciśnienie = 1016,6 hPa, prędkość wiatru 1,6 m/s temperatura = 5,9 °C, wilgotność = 96,4%.
Etylobenzen	1,4	38,0	43,5	500	01.06.2009 17:00	ciśnienie = 1018,3 hPa, prędkość wiatru = 1,1 m/s temperatura = 16,5 °C, wilgotność = 67,6 %.

Podobnie jak w latach poprzednich poddano analizie warunki, w których wystąpiły stężenia wyższe od wartości odniesienia.

Suma stężeń ksylenów wyższa od tolerowanej wartości 100 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] zmierzona została o godzinie 17 w dniu 01 czerwca. Szczegółowe warunki wystąpienia epizodu przedstawia rycina 42.



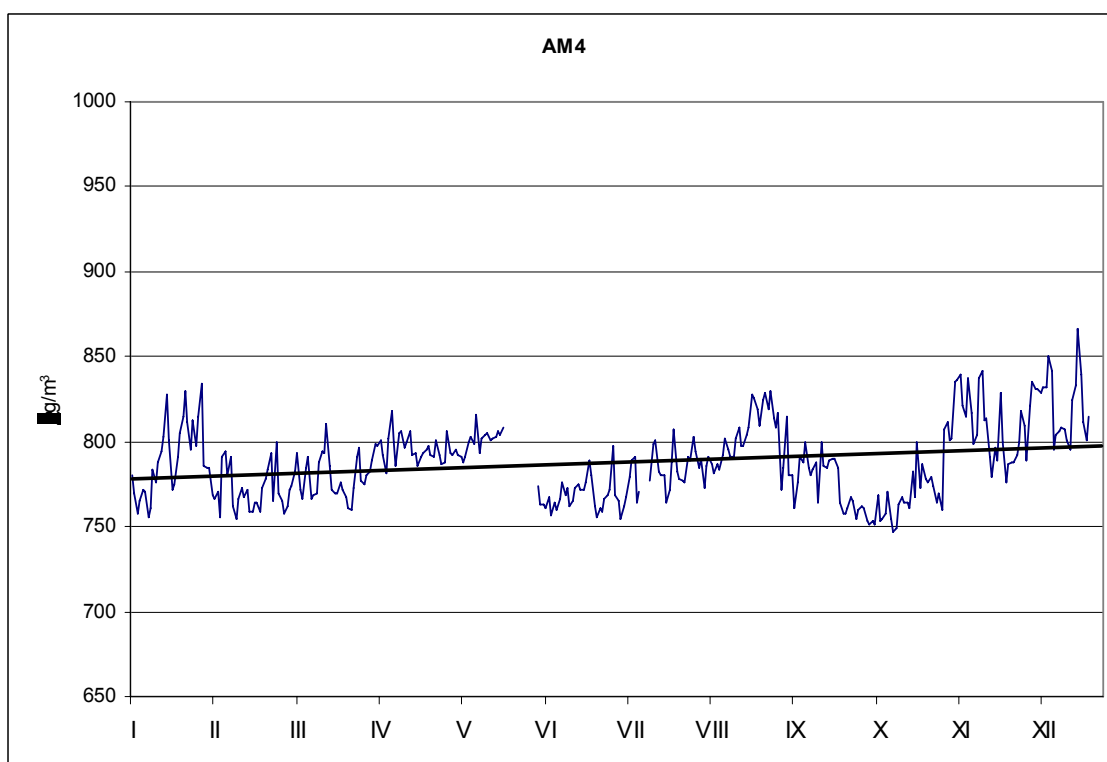
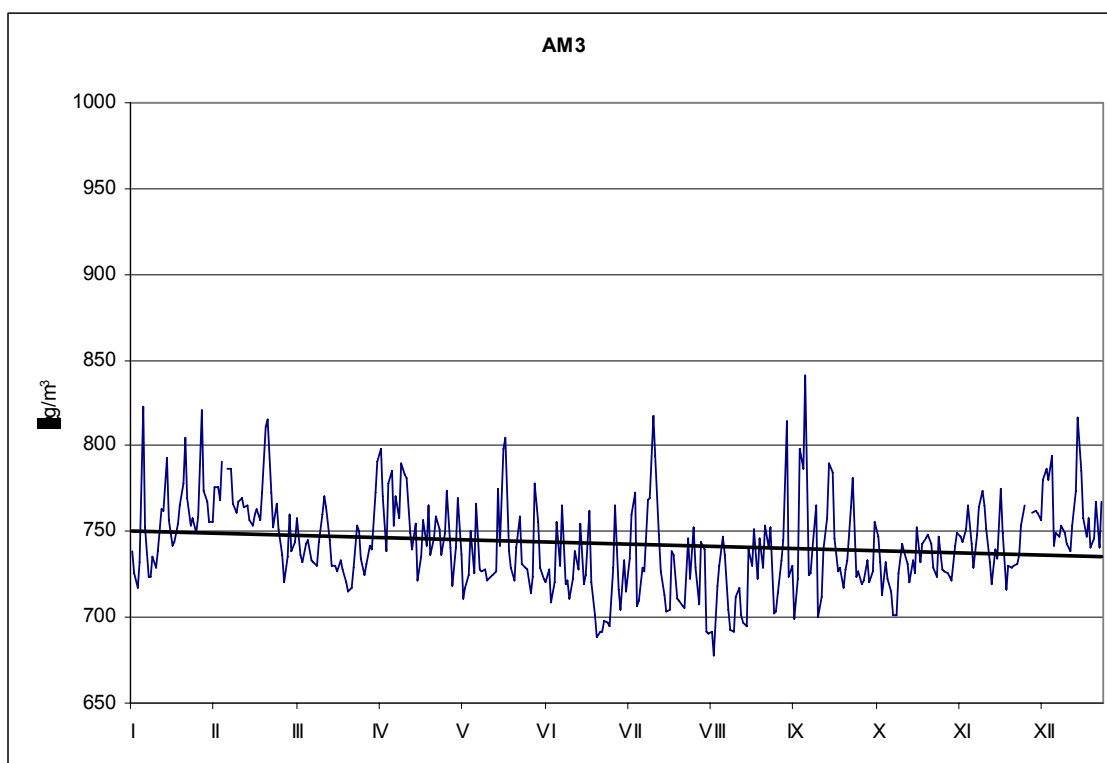
Ryc.44. Przebieg zmian stężeń toluenu i ksylenów w dniach 01-03.06.2009

3.6.2. Amoniak i ditlenek węgla

Amoniak mierzony jest w stacji nr 10 w Gdyni przy ul. Wendy. Lokalizacja miernika, wskazana jako reprezentatywna dla monitorowania tła tego zanieczyszczenia w rejonie portu, nie zmieniła się. Zmierzone stężenia zestawiono w tabeli 22, w której podano również warunki meteorologiczne, towarzyszące wystąpieniu stężenia maksymalnego. Ditlenek węgla uważany jest za podstawowy gaz cieplarniany. Monitorowanie jego stężenia w atmosferze prowadzone jest razem z obserwacją zmian klimatu. W sieci ARMAAG ditlenek węgla monitorowany jest w dwóch stacjach - AM3 i AM4, zlokalizowanych w rejonie oddziaływania zawodowych elektrociepłowni. Stężenia ditlenku węgla i towarzyszące wystąpieniu maksymalnej wartości chwilowej parametry meteorologiczne pokazano w tabeli 22.

Tabela 22. Wartości stężeń amoniaku średniorocznych i maksymalnych w roku 2009

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Termin i warunki wystąpienia stężeń maksymalnych	
	wartości średnioroczne		wartości 1h			
	Średnioroczne	wartość odniesienia	stężenie max.	wartość odniesienia	Termin	Warunki meteo
Amoniak (NH_3)	1,6	50	10,6	400	12.11.2009 09:00	ciśnienie = 1007,4 hPa, prędkość wiatru = 1,1 m/s temperatura = 4,7 °C, wilgotność = 97,3 %.
Ditlenek węgla						
Stacja	Stężenie CO_2 w powietrzu [mg/m^3]			Termin i warunki wystąpienia stężeń maksymalnych		
	średnioroczne	stężenie maksymalne				
		sezon grzewczy	sezon letni			
AM3	742,6	1071,8	997,0	10.09.2009 07:00	ciśnienie = 1021,5 hPa, prędkość wiatru bd temperatura = 10,0 °C, wilgotność bd	
AM4	787,8	911,8	905,9	08.12.2009 20:00	ciśnienie = 1013,8 hPa, prędkość wiatru = 0,2 m/s temperatura = 5,0 °C, wilgotność = 89,7 %.	



*Ryc.45. Przebieg zmian stężeń średniodobowych ditlenku węgla
na stacjach AM3 i AM4 w roku 2009*

4. WARUNKI METEOROLOGICZNE

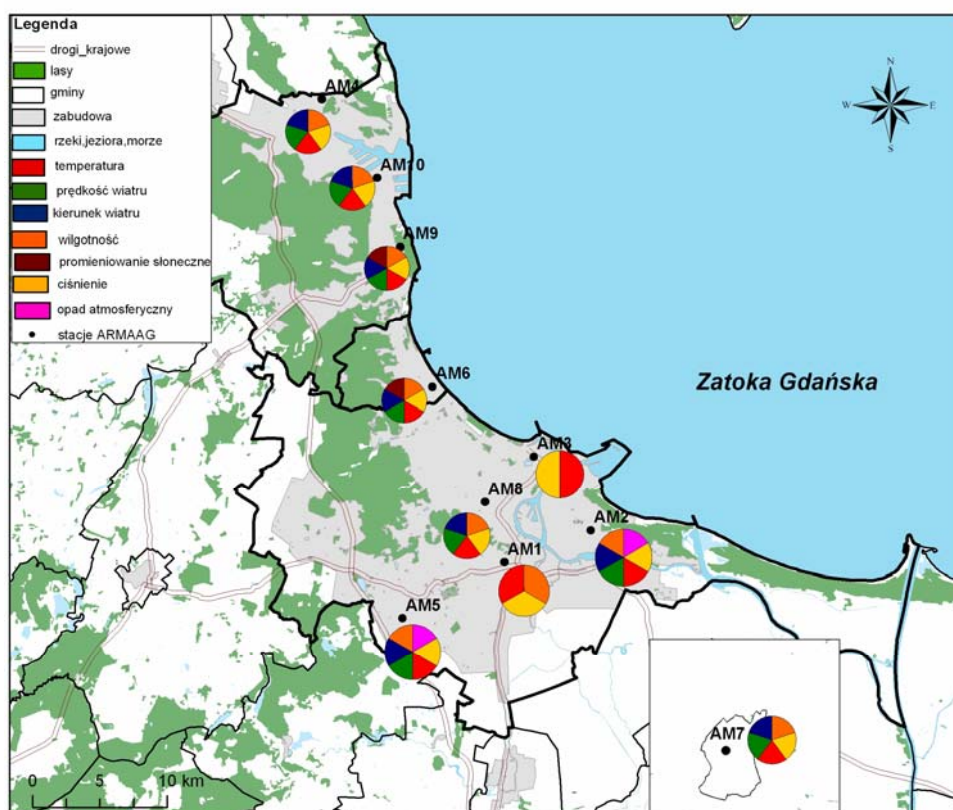
Równoległe z pomiarami stężeń substancji zanieczyszczających prowadzone były w 2009 roku pomiary podstawowych elementów meteorologicznych takich jak: ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, wilgotność względna, kierunek i prędkość wiatru, opad atmosferyczny oraz promieniowanie słoneczne.

Zakupiono dwa laserowe czujniki opadu atmosferyczne firmy Thies Clima mierzące każdy rodzaj opadu. Czujniki te zainstalowano na stacji AM8 w Gdańsku Wrzeszczu i AM7 w Tczewie.

Pomiary meteorologiczne są niezbędne ze względu na istotny duży wpływ warunków meteorologicznych na dyspersję zanieczyszczeń powietrza. Lokalizacja stacji i zakres przedstawiono na poniższej rycinie (ryc.46). Należy pamiętać, że rozmieszczenie stacji jest dostosowane do pomiaru zanieczyszczeń i nie zawsze jest reprezentatywne w odniesieniu do pomiaru elementów meteorologicznych.

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

Czujniki pomiarowe charakteryzują się z reguły dużą sprawnością pomiarową powyżej 96% (Tabela 23).



Ryc. 46. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście i Tczewie oraz zakres pomiarów meteorologicznych

Tabela 23. Sprawność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Stacja	Temperatura	Kierunek wiatru	Prędkość wiatru	Ciśnienie atmosf.	Wilgotność	Opad
AM1 – Gdańsk Śródmieście	96,4	-	-	88,4	88,4	-
AM2 – Gdańsk Stogi	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	99,0
AM3 – Gdańsk Nowy Port	98,0	-	-	98,0	98,0	-
AM4 – Gdynia Pogórze	98,7	90,6	98,7	98,6	98,6	-
AM5 – Gdańsk Szadółki	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	98,8
AM6 – Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,7	99,7	99,7	98,7	98,7	-
AM7 – Tczew ul. Targowa	99,0	91,2	99,0	99,0	99,0	-
AM8 – Gdańsk Wrzeszcz	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	-
AM9 – Gdynia Redłowo	-	-	-	-	-	-
AM10 – Gdynia Śródmieście	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	-

Oprócz typowych charakterystyk meteorologicznych, do celów opracowania wyznaczono wartości średnie elementów meteorologicznych dla sezonu letniego (kwiecień - wrzesień) i grzewczego (październik - listopad).

4.1. Średnie i ekstremalne wartości niektórych parametrów meteorologicznych

W poniższych tabelach zestawiono wartości średnie ekstremalne dla sezonu grzewczego i letniego wybranych parametrów meteorologicznych.

Tabela 24. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w sezonie grzewczym i letnim

Stacja	Ciśnienie atmosferyczne [hPa]		Temperatura [°C]		Wilgotność [%]		Prędkości wiatru [m/s]	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM1	1013,4	1017,6	2,8	15,5	83,2	72,4	-	-
AM2	1010,6	1015,4	2,6	14,3	81,5	72,5	2,1	2,0
AM3	1007,8	1012,5	1,6	13,4	-	-	-	-
AM4	1016,6	1022,6	3,0	15,2	84,4	72,9	2,1	1,9
AM5	1011,3	1016,3	2,0	14,4	84,5	71,3	2,4	2,1
AM6	1005,9	1010,3	3,8	15,8	85,5	78,2	1,6	1,1
AM7	1009,9	1014,1	2,2	15,2	86,4	72,2	2,2	2,0
AM8	1012,9	1017,4	3,0	15,1	84,5	73,3	2,0	1,5
AM10	1012,9	1017,1	2,8	14,6	79,0	68,5	2,7	2,4

Tabela 25. Wartości ekstremalne średniodobowe wybranych parametrów meteorologicznych w sezonie grzewczym i letnim

Stacja	Ciśnienie atmosferyczne [hPa]		Temperatura [°C]		Wilgotność [%]		Prędkości wiatru [m/s]	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM1	1028,5	986,4	24,1	-13,5	94,3	45,1	-	-
AM2	1030,4	983,7	22,9	-14,1	95,0	41,3	7,9	0,4
AM3	1027,5	982,1	21,8	-14,8	-	-	-	-
AM4	1030,4	980,7	22,9	-13,6	96,9	39,6	6,2	0,2
AM5	1019,1	973,2	22,3	-14,6	97,1	37,0	7,3	0,7
AM6	1024,8	980,7	24,2	-12,9	97,7	43,1	5,1	0,4
AM7	1025,0	979,7	23,7	-14,8	98,3	41,9	5,5	0,4
AM8	1030,1	980,6	23,7	-13,2	97,2	41,4	4,4	0,3
AM10	1032,5	986,9	22,6	-13,7	100,0	33,8	6,4	0,8

4.2 Temperatura powietrza

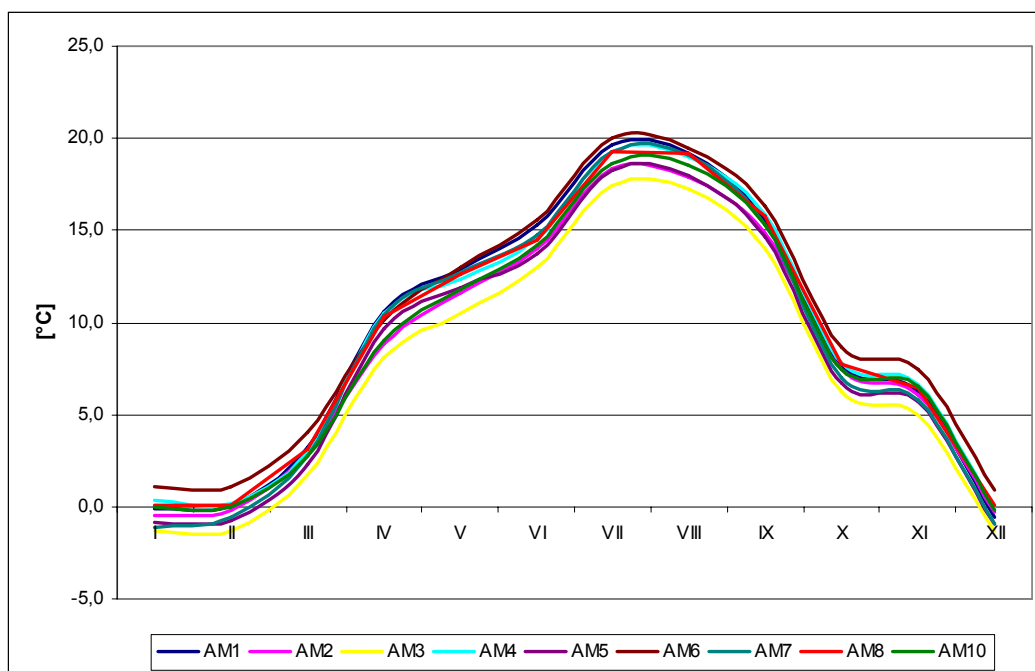
Najwyższa średnia roczna temperatura w 2009 roku wystąpiła na stacji AM6 Sopot i wyniosła 9,9 °C, a najniższa na stacji AM3 Gdańsk Nowy Port – 7,6 °C, co było spowodowane lokalnymi warunkami położenia stacji. Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie (Tabela 26). Średnie roczne temperatury były nieznacznie niższe od zeszłorocznych (2008 r.) wartości różniąc się od 0,1 do 1,0 °C.

Amplituda roczna temperatury powietrza wahała się od 18,8 °C na stacji AM2 Gdańsk Stogi i AM3 Gdańsk Nowy Port do 20,3 °C na stacji AM7 w Tczewie, która jest oddalona od Zatoki Gdańskiej.

Tabela 26. Średnie miesięczne i roczne temperatury w [°C] powietrza na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
AM1	-0,1	0,0	3,2	10,6	12,9	15,3	19,6	19,2	15,6	7,6	6,3	-0,6	9,2
AM2	-0,5	-0,2	2,9	8,8	11,6	14,1	18,4	17,9	14,8	7,4	6,1	-0,3	8,5
AM3	-1,3	-1,3	1,8	8,1	10,5	13,0	17,5	17,2	14,0	6,3	5,0	-1,3	7,6
AM4	0,3	0,2	2,9	10,5	12,4	14,6	19,3	19,0	15,9	7,8	6,7	-0,1	9,2
AM5	-0,9	-0,8	2,3	9,7	11,9	13,8	18,2	18,0	14,7	6,8	5,7	-1,0	8,2
AM6	1,1	1,1	4,1	10,2	13,0	15,6	20,0	18,4	16,3	8,6	7,4	0,9	9,9
AM7	-1,1	-0,5	2,8	10,5	12,8	14,7	19,3	19,1	15,3	7,0	5,8	-0,9	8,7
AM8	0,1	0,1	3,1	10,3	12,6	14,5	19,3	19,2	15,8	7,7	6,4	0,1	8,9
AM10	0,0	0,0	2,7	9,0	11,8	14,2	18,6	18,6	15,3	7,5	6,5	-0,2	8,7

Jak pokazuje poniższy wykres, przebiegi średnich miesięcznych temperatur na stacjach są zbliżone. Najzimniejszym miesiącem w 2009 roku był styczeń. Średnia miesięczna dla tego miesiąca osiągnęła najniższe wartości na stacji AM3 w Gdańsku Nowym Porcie minus 1,1 °C, a najwyższe na stacji AM6 w Sopocie plus 0,3°C (ryc.47). Najcieplejszym miesiącem w analizowanym roku był lipiec. Średnia miesięczna dla lipca osiągnęła najwyższe wartości na stacjach AM6 Sopot (20,0°C), natomiast najniższa wartość wystąpiła na stacji AM3 Gdańsk Nowy Port (17,5°C).



Ryc. 47. Średnie miesięczne temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Maksymalne terminowe wartości temperatur przekroczyły 30 °C na sześciu stacjach (Tabela 27) 18 lipca, osiągając najwyższą wartość tego dnia na stacji AM6 w Sopocie (32,4°C). Najniższe spośród terminowych wartości temperatur odnotowano na stacji AM7 w Tczewie – minus 17,7 °C w dniu 20 grudnia.

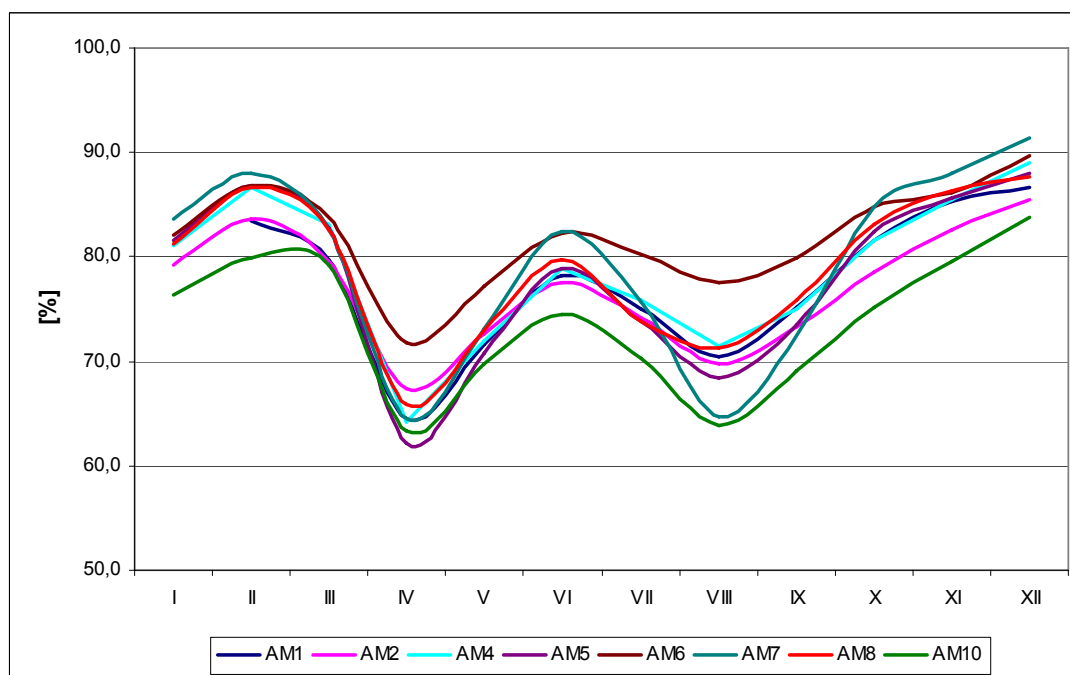
Tabela 27. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza [°C] na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Stacja	Maks. terminowe	Data	Min. terminowe	Data
AM1	32,1	18-07-09	-15,8	21-12-09
AM2	31,3	18-07-09	-16,7	05-01-09
AM3	30,2	18-07-09	-16,7	20-12-09
AM4	29,4	16-08-09	-15,8	20-12-09
AM5	29,8	18-07-09	-17,4	20-12-09
AM6	32,4	18-07-09	-16,1	20-12-09
AM7	31,5	18-07-09	-17,7	20-12-09
AM8	31,4	18-07-09	-15,3	21-12-09
AM10	29,3	16-08-09	-16,1	20-12-09

4.3. Wilgotność względna powietrza

Przebieg wilgotności względnej przedstawia ryc.48. Najwyższe średnie roczne wartości wilgotności wystąpiły na stacji AM7 w Tczewie (81,6%), a najniższe na stacji AM10 Gdynia Śródmieście (74,8 %). Najniższe wartości wilgotności względnej wystąpiły w czerwcu na wszystkich stacjach. Najniższa wartość średnia miesięczna wystąpiła na stacji AM10 w czerwcu i wyniosła 63,1%.

W przebiegu rocznym wilgotności względnej można zauważyć maksimum zimowe i minimum wiosenno-lętne.



Ryc.48. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2009 roku

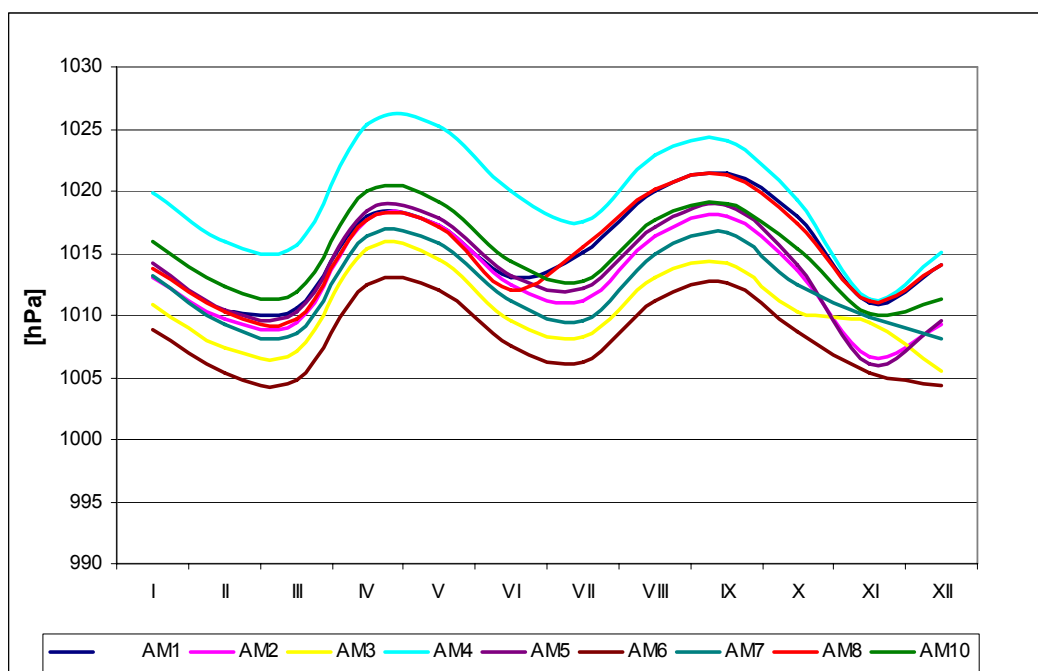
Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej odnotowano w czerwcu na prawie wszystkich stacjach z wyjątkiem stacji AM10, wahały się od 25,6 do 32,8% (Tabela 28). Najniższa terminowa wartość wilgotności względnej wystąpiła 10 czerwca na stacji AM7 w Tczewie i wyniosła 25,6 %.

Tabela 28. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej [%] na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Stacja	Min. terminowe [%]	Data
AM1	22,2	28-4-2009
AM2	15,7	28-4-2009
AM4	21,4	28-4-2009
AM5	17,5	28-4-2009
AM6	20,2	28-4-2009
AM7	21,4	29-4-2009
AM8	20,0	28-4-2009
AM10	10,8	28-4-2009

4.4. Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne było mierzone na dziewięciu stacjach. Wartości średnie obliczono po redukcji ciśnienia do poziomu morza, gdyż stacje znajdują się na różnych wysokościach nad poziomem morza (n.p.m.), co w efekcie pozwala porównać ciśnienie atmosferyczne na stacjach. Najwyższa średnia roczna wartość ciśnienia wystąpiła na stacji AM4 Gdynia Pogórze - 1019,6 hPa, a najniższa na stacji AM6 w Sopocie - 1008,1 hPa. Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie.



Ryc. 49. Średnie miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza w 2009 roku

Najwyższe miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego wystąpiły w październiku, wahając się od 1028 hPa na stacji AM4 do 1015,6 hPa na stacji AM6 w Sopocie. Natomiast minimalne wartości w stacjach wystąpiły w styczniu (ryc.49).

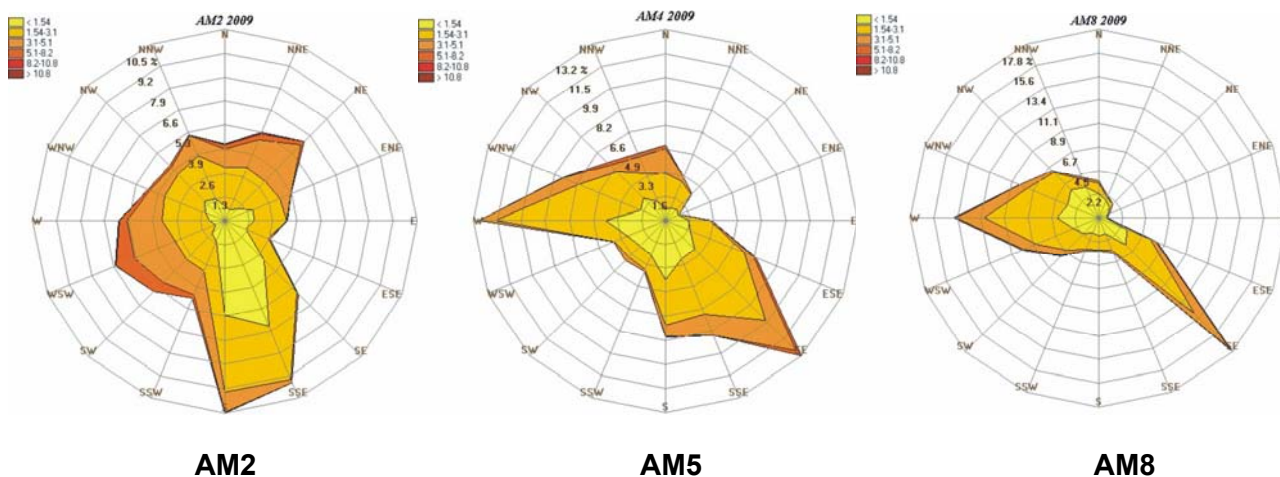
Najwyższą wartość terminową ciśnienia odnotowano na stacji AM4 w Gdyni Pogórze – 1039,9 hPa w dniu 30 października, a najniższą na stacji A6 w Sopocie – 976,6 hPa 24 stycznia (Tabela 29).

Tabela 29. Maksymalne i minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego [hPa] na stacjach ARMAAG w 2009 roku

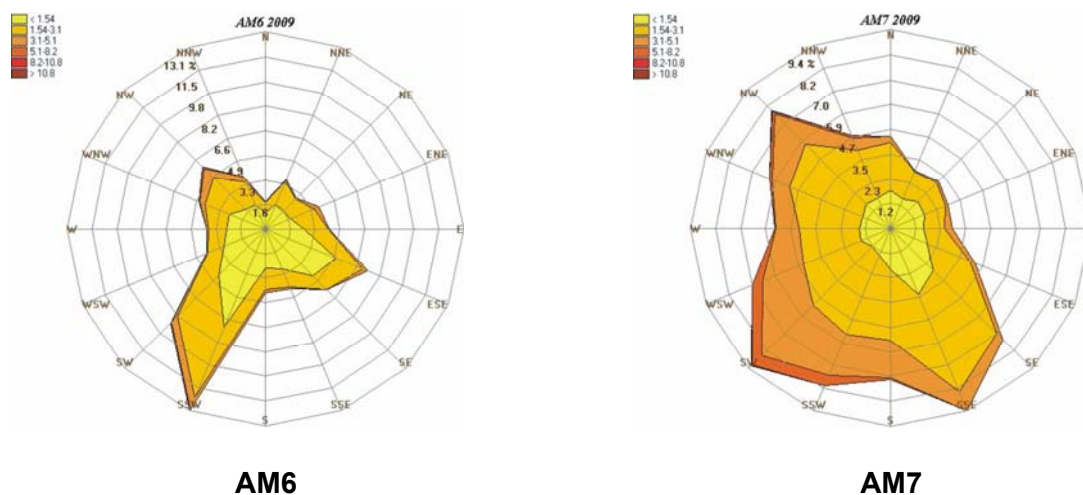
Stacja	Maksimum. terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM1	1034,8	31-10-09	987,5	23-03-09
AM2	1032,8	30-10-09	979,7	24-01-09
AM3	1029,1	30-10-09	977,4	24-01-09
AM4	1039,9	30-10-09	983,2	24-01-09
AM5	1032,8	30-10-09	980,6	24-01-09
AM6	1026,6	30-10-09	976,6	24-01-09
AM7	1031,1	30-10-09	979,5	24-01-09
AM8	1036,0	30-10-09	980,5	24-01-09
AM10	1034,1	30-10-09	982,4	24-01-09

4.5. Kierunek i prędkość wiatru

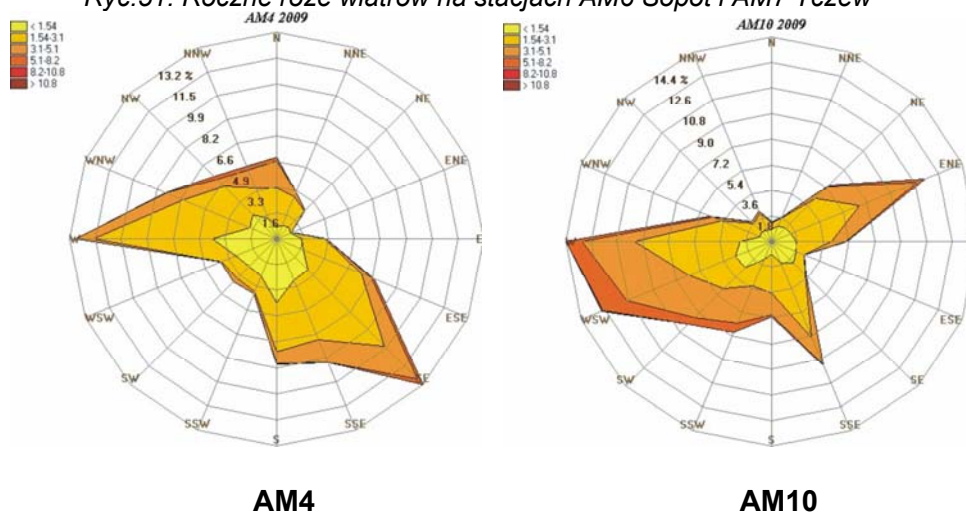
Kierunek i prędkość wiatru mają duży wpływ na rozkład stężeń zanieczyszczeń. Na oba parametry wpływa w dużym stopniu lokalizacja stacji. Poniższe róże prezentują kierunek i prędkość wiatru na poszczególnych stacjach.



Ryc.50. Roczne róże wiatrów na stacjach AM2, AM5 oraz AM8



Ryc.51. Roczne róże wiatrów na stacjach AM6 Sopot i AM7 Tczew



Ryc. 52. Roczne róże wiatrów na stacjach AM4i AM10

W roku 2009 na poszczególnych stacjach gdańskich kierunki wiatru były zróżnicowane.

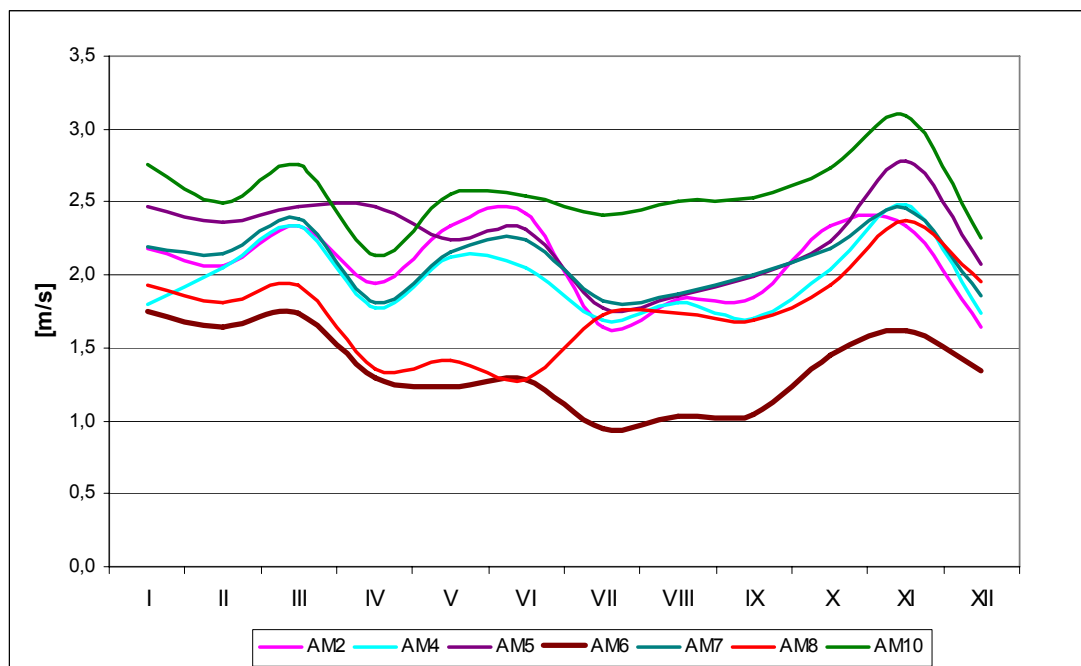
Na stacji AM5 i AM8 dominował kierunek zachodni i południowo-wschodni, natomiast na AM8 stacji AM2 wiatr z sektora S i SSE (ryc.48).

Na stacjach AM6 w Sopocie wiatr z sektora południowo-zachodniego, natomiast na stacji AM7 w Tczewie wiatr z sektora SSE i SW (ryc.49).

Również w Gdyni kierunki wiatru były zróżnicowane na poszczególnych stacjach. Na stacji AM4 dominuje wiatr z sektora zachodniego i południowo-wschodniego, natomiast na stacji AM10 kierunek z sektora zachodniego i południowo-zachodniego. (ryc. 50).

Średnia roczna prędkość wiatru wahała się od 1,4 m/s na stacji AM6 w Sopocie , do 2,6 m/s na stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu (ryc. 51).

Mniejsze prędkości wiatru występowały od maja do września na wszystkich stacjach i były rzędu 1-2,5 m/s. Większe prędkości występowały od listopada do kwietnia: 2-3 m/s, osiągając najwyższe wartości w styczniu.



Ryc.53. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Najwyższa terminowa prędkość wiatru wystąpiła na stacji AM2 w Gdańsku Stogach 9 listopada i wyniosła 13,0 m/s (Tabela 30).

Dla zobrazowania zmian prędkości wiatru w dniu wystąpienia najwyższej terminowej podano również minimum terminowe.

Tabela 30. Maksymalne terminowe prędkości wiatrów na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Stacja	Data	Maksimum terminowe [m/s]	Minimum terminowe [m/s]
AM2	09-11-09	13,0	4,0
AM4	14-10-09	7,8	3,7
AM5	14-10-09	9,6	4,5
AM6	14-10-09	7,3	3,3
AM7	19-11-09	8,7	1,9
AM8	19-11-09	8,2	0,7
AM10	19-11-09	10,0	2,9

4.6. Opad atmosferyczny

Od lutego 2008 roku rozpoczęto pomiar opadu deszczu stacją pogodową Vaisla WXT510 na stacji AM2 Gdańsk Stogi, a od 2009 również na stacji AM5 Gdańsk Szadółki. Zakupiono również pod koniec 2009 roku dwa laserowe czujniki opadu atmosferyczne firmy Thies Clima mierzące każdy rodzaj opadu.

Do pomiaru opadów atmosferycznych urządzenie WXT 510 wykorzystuje technologię sensora – 2RAINCAP®. Sensor opadów atmosferycznych składa się ze stalowej pokrywy i zamocowanego nad nią sensora piezoelektrycznego. Sensor opadów atmosferycznych wykrywa uderzenia poszczególnych kropli opadu. Poziomy sygnał od uderzenia proporcjonalny jest do objętości kropli. Urządzenie wykonuje pomiary sumy opadów atmosferycznych, chwilową i szczytową intensywność opadów deszczu oraz czas trwania opadu deszczu. Sensor dodatkowo rozróżnia opady gradu i deszczu. Urządzenie wykonuje pomiary sumy opadów gradu, chwilową i szczytową intensywność opadów gradu oraz czas trwania opadu gradu.

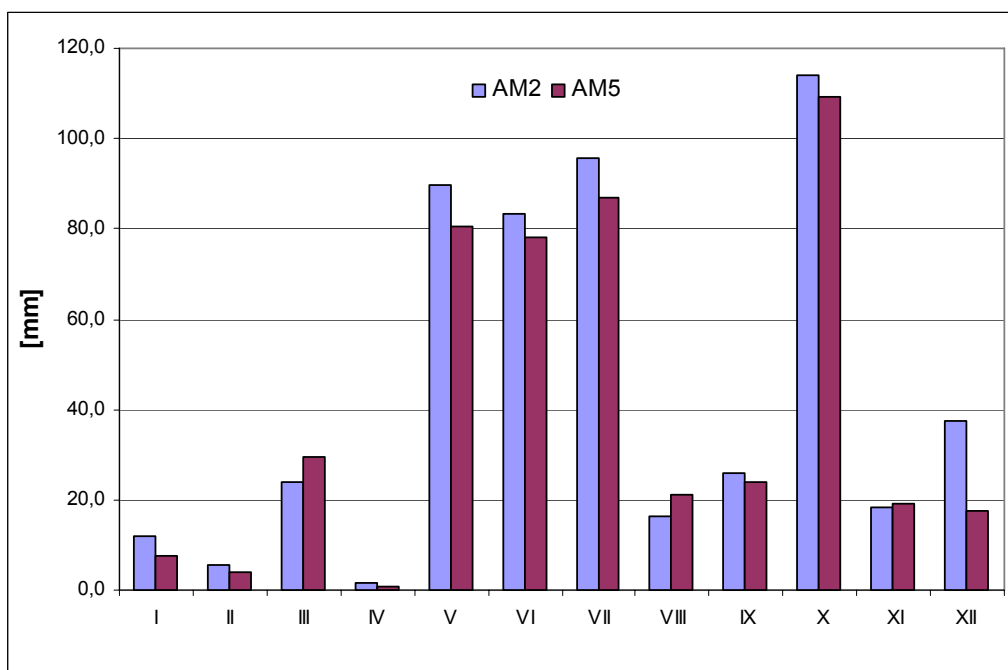


Ryc.54. Laserowy czujnik opadu deszczu .

Na stacji AM2 Gdańsk Stogi odnotowano roczną sumę opadów atmosferycznych 524,4 mm, a na stacji AM5 Gdańsk Szadółki 478,4. Sumę opadów dla poszczególnych miesięcy przedstawiono na poniższym wykresie i tabeli (ryc.55 i tabela 31).

Tabela.31 Suma opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach [mm]

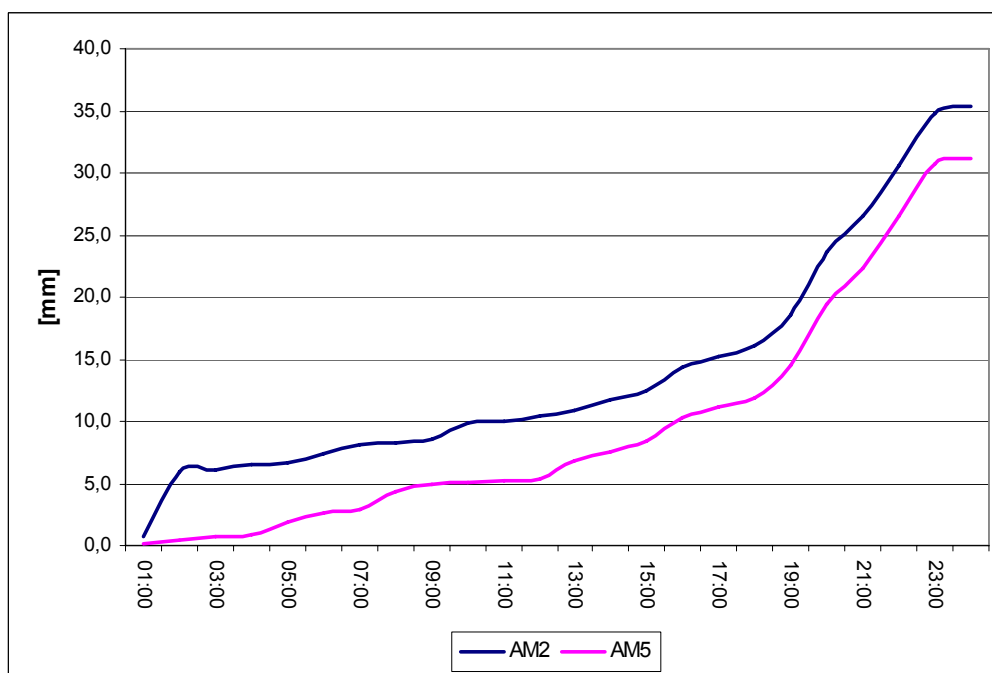
stacje	AM2	AM5
I	12,1	7,7
II	5,5	4,1
III	24,0	29,5
IV	1,6	0,8
V	89,8	80,5
VI	83,3	78,2
VII	95,5	86,9
VIII	16,5	21,1
IX	26,1	23,9
X	114,2	109,4
XI	18,5	19,1
XII	37,4	17,4
ROK	524,4	478,4



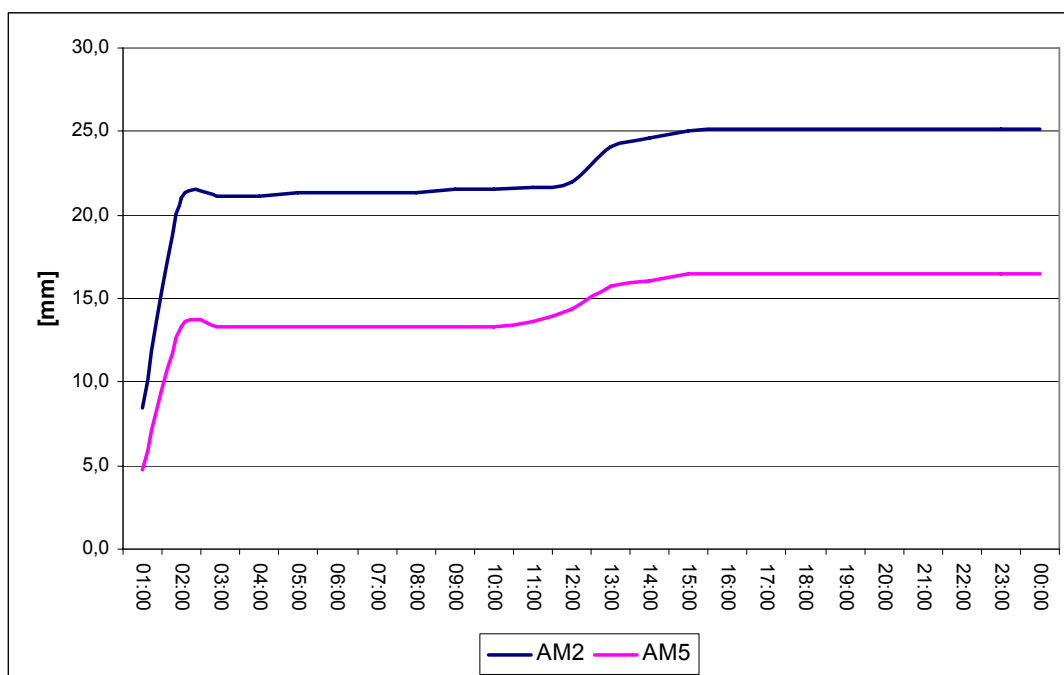
Ryc.55. Suma opadów atmosferycznych dla poszczególnych miesięcy

Najwyższa miesięczna sumę opadów wystąpiła w październiku i wyniosła 114,2 mm na stacji AM2, natomiast najniższą odnotowano w kwietniu 0,8 mm na stacji AM5.

Na poniższych wykresach zaprezentowano przebieg opadu dla dwóch dni z wysoką sumą dobową opadów atmosferycznych oraz natężeniem opadu (ryc.56 i 57).



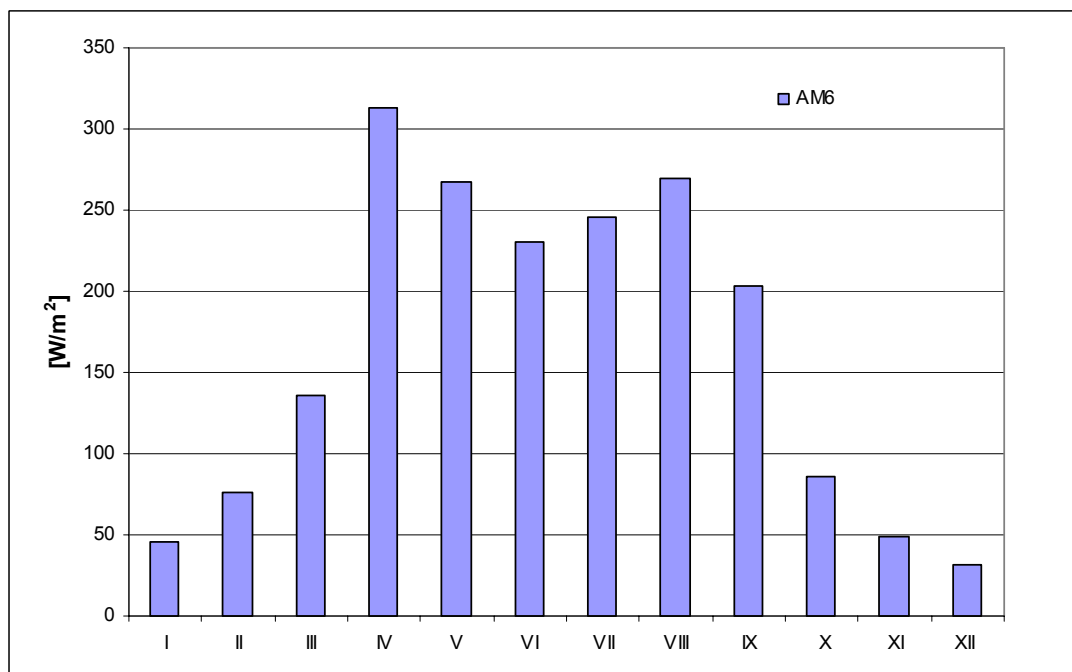
Ryc.56. Przebieg opadu atmosferycznego w dniu 14.10.2009



Ryc.57. Przebieg opadu atmosferycznego w dniu 19.07.2009.

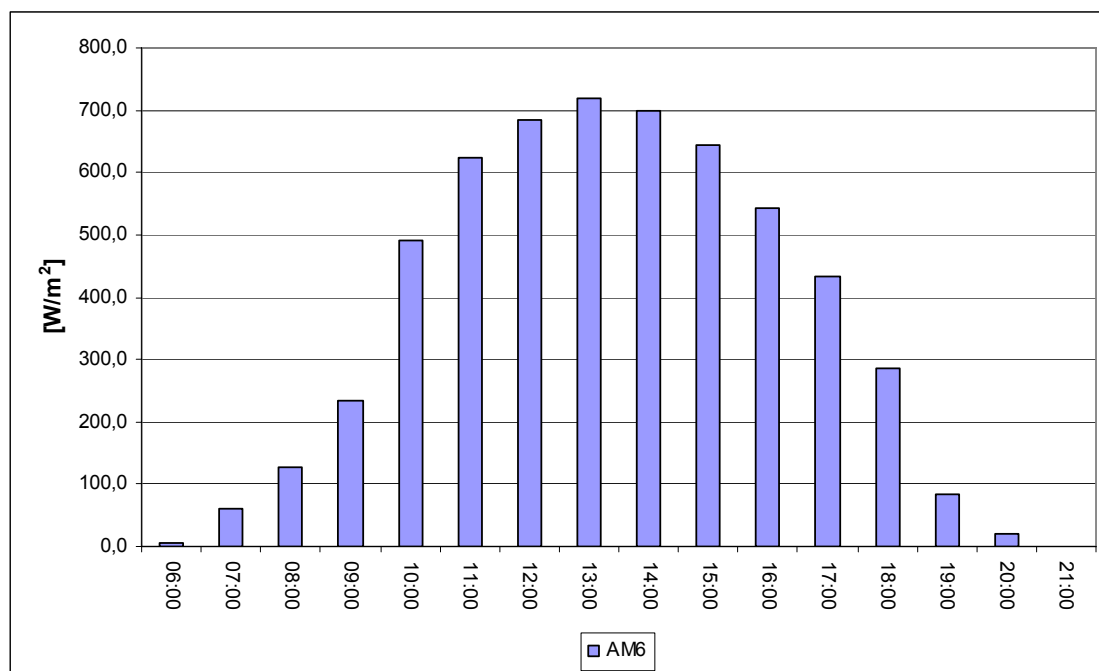
4.7. Natężenie promieniowania bezpośredniego

Pomiary natężenia promieniowania bezpośredniego prowadzone były w Sopocie. Najwyższe średnie wartości wystąpiły w kwietniu, osiągając wartość $313,6 \text{ W/m}^2$ w Sopocie (AM6). Drugie maksimum wystąpiło w kwietniu i sierpniu kiedy wystąpiły wysokie wartości średniej miesięcznej. Najniższe średnie miesięczne wystąpiły w grudniu osiągając wartość $31,2 \text{ W/m}^2$.



Ryc.58. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacjach AM6 w Sopocie i w 2009 roku

Maksymalne średniodobowe natężenie promieniowania słonecznego odnotowano 19 kwietnia i wyniosło $353,5 \text{ W/m}^2$ w Sopocie. Przebieg natężenia promieniowania w tym dniu przedstawiono na wykresie poniżej.



Ryc.59. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach AM6 (Sopot) w dniu 19 kwietnia 2009 r.

5. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE

5.1 Ocena ogólna

W niniejszym rozdziale przedstawiono ocenę jakości powietrza w miastach aglomeracji gdańskiej i w Tczewie. Podstawą oceny są zwalidowane roczne serie pomiarowe następujących substancji:

- ditlenek siarki,
- ditlenek azotu,
- tlenek węgla,
- ditlenek węgla,
- tlenki azotu,
- ozon,
- pył PM₁₀,
- benzen i pochodne,
- amoniak.

Ocena odnosi się do wartości określonych poziomów dopuszczalnych bądź wartości odniesienia i nie jest oceną w rozumieniu Prawa Ochrony Środowiska, którą wykonuje Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska.

W pierwszej części rozdziału przedstawiono ocenę jakości powietrza w miastach opisując stan zanieczyszczenia jako bardzo dobry, dobry, dostateczny i zły przez zastosowanie skali ocen udziału zamierzonego stężenia do odpowiedniej normy.

Ocena opisowa wyraża jakość powietrza jako odpowiednio oznaczoną relację stężenia danej substancji do norm średniorocznych.

W ocenie zastosowano skalę skorelowaną z zakresami stężeń stosowanymi w ocenach jakości powietrza wykonywanych przez inspektoraty ochrony środowiska.

0- 40 % normy jakość powietrza **b. dobra**

41- 60 % normy jakość powietrza **dobra**

61- 100 % normy jakość powietrza **dostateczna**

> 100 % normy jakość powietrza **zła**

Dla porównania ocenę wykonano dla trzech kolejnych lat: 2007,2008,2009.

Tabela. 32 Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych w latach 2007-2009

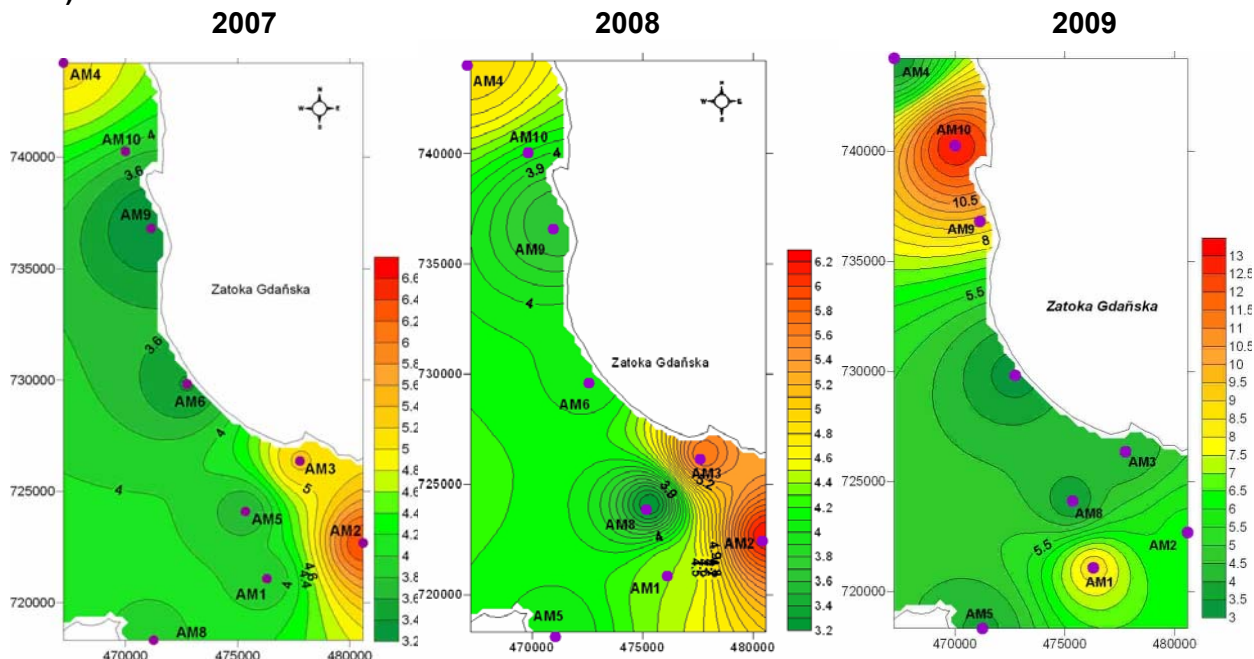
Miasto	Jakość powietrza								
	dwutlenek siarki			dwutlenek azotu			pył PM ₁₀		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
GDAŃSK	b.dobra	b.dobra	b.dobra	dost.	b.dobra	dobra	dobra	dobra	dobra
GDYNIA	b.dobra	b.dobra	dobra	dost.	b.dobra	dobra	zła	dost.	dost.
SOPOT	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	dobra	dobra	dobra
TCZEW	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	b.dobra	dobra	dobra	dobra
Norma [µg/m ³]	20 ¹			40 ²		35 ³	40		

1 Ze względu na ochronę roślin
2 obszar
3 uzdrowisko

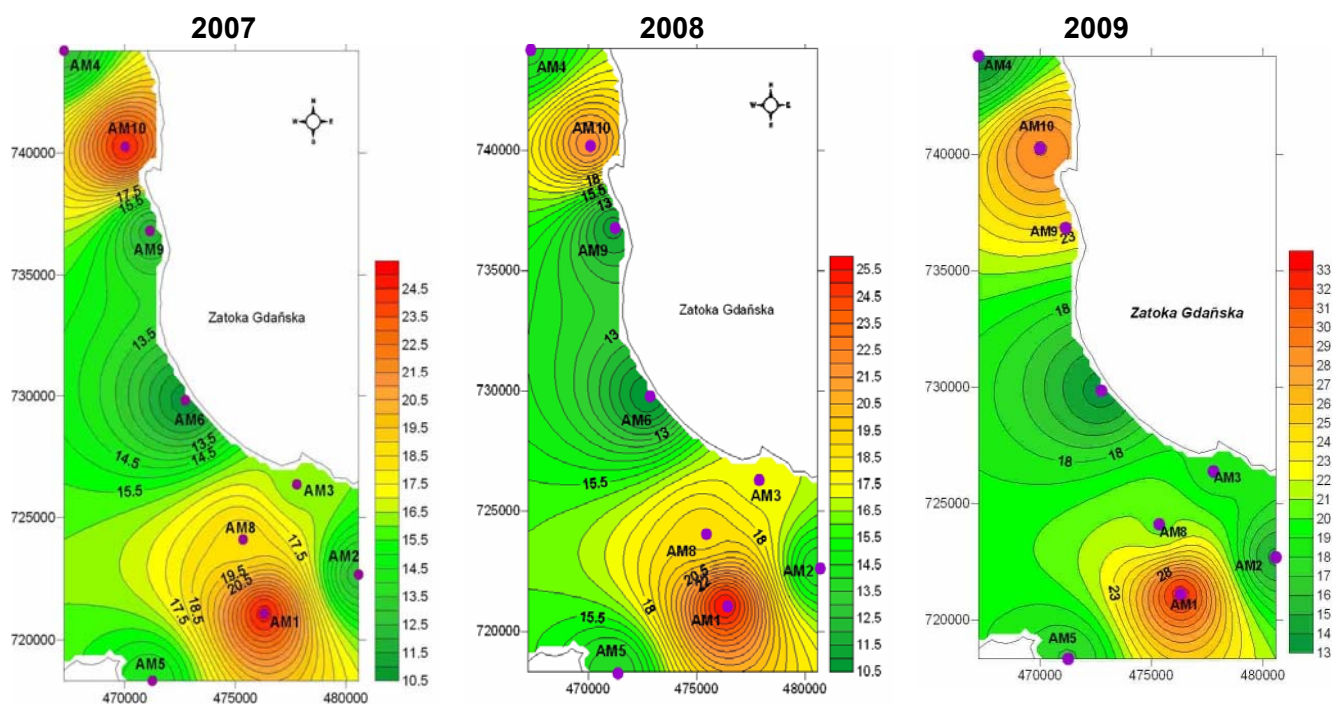
Wyniki oceny w przekroju trzech lat pokazują, że jakość powietrza ulega systematycznej poprawie w Aglomeracji Gdańskiej i w Tczewie. Decydujące znaczenie dla oceny jakości powietrza w Gdyni mają wyniki ze stacji AM10, która oprócz oddziaływania emisji ze stoczni i portu poddawana była w analizowanym okresie wpływom intensywnych prac budowlanych i modernizacyjnych.

Tę samą tendencję pokazano na mapach stężeń średniorocznych dla Aglomeracji Gdańskiej na rycinie 60:

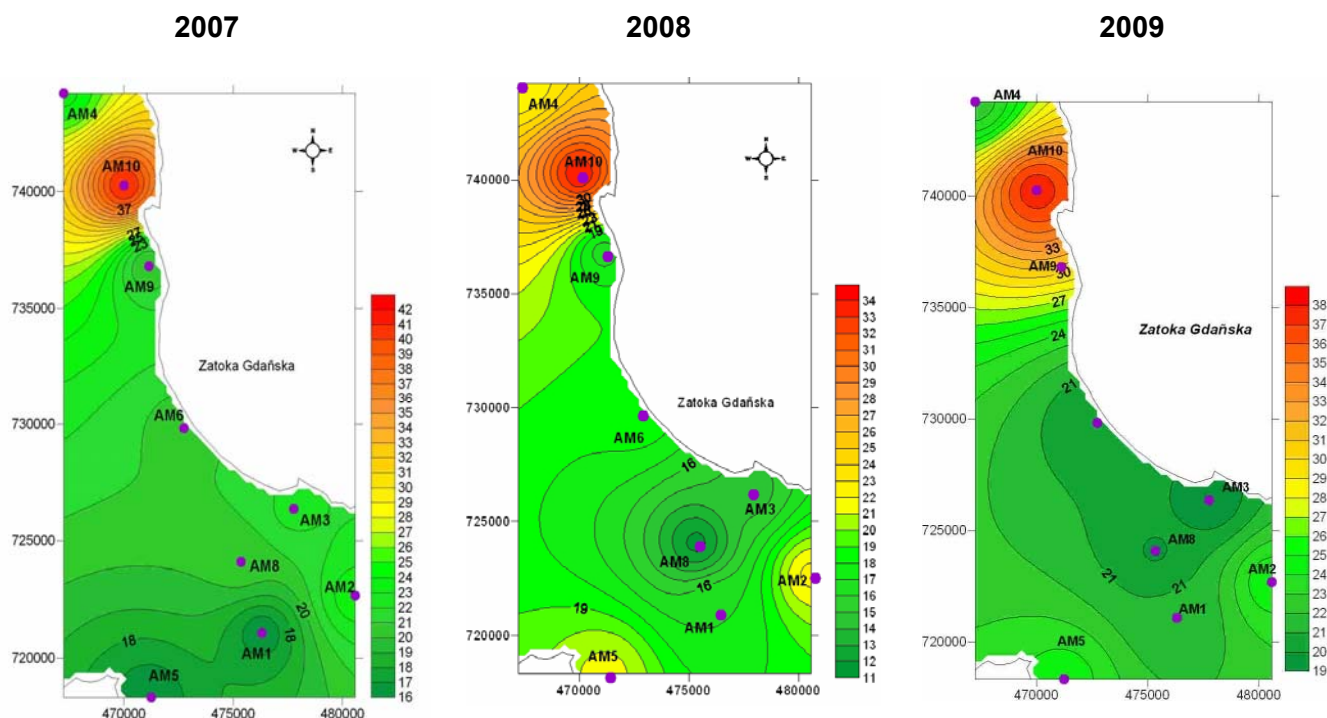
a) dwutlenek siarki



b) dwutlenek azotu

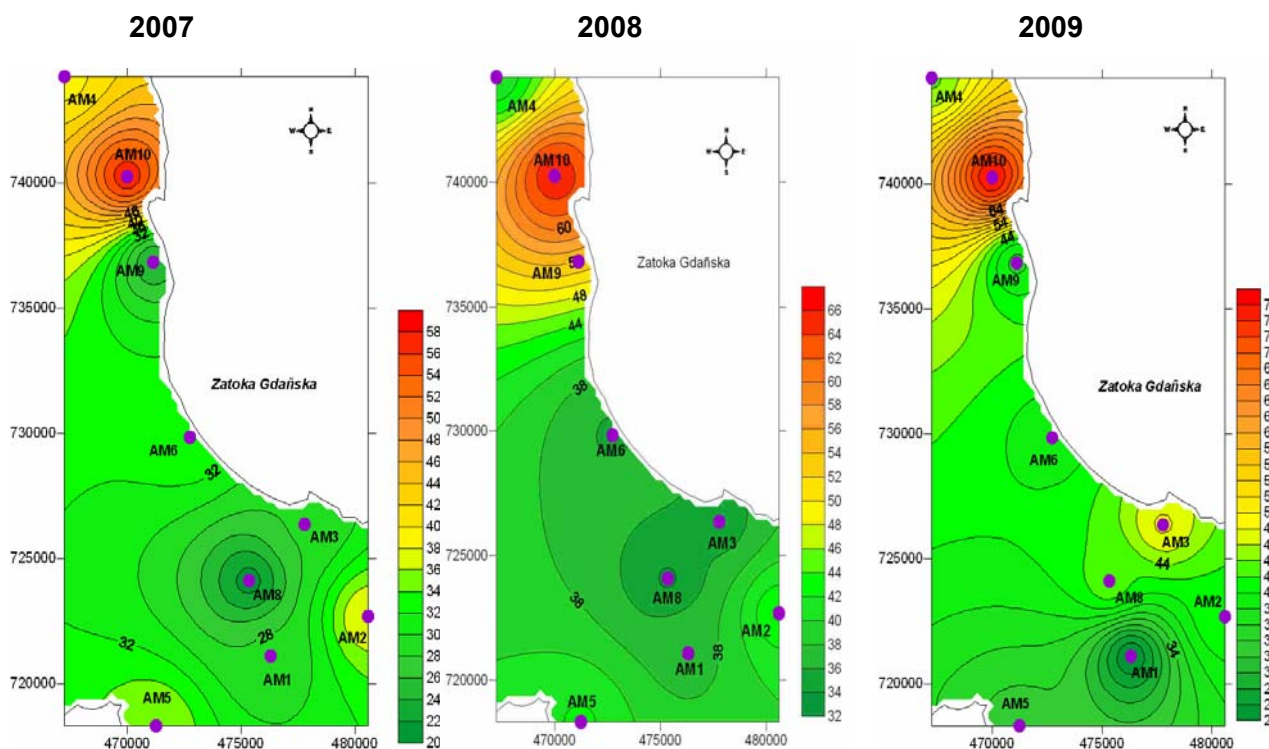


c) pył PM_{10}



Ryc. 60. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w latach 2007 - 2009 roku
a) dwiokrotność siarki, b) dwiokrotność azotu, c) pył PM_{10}

Istotna z punktu widzenia jakości powietrza jest 36 maksymalna wartość stężenia pyłu PM_{10} przedstawiała się w poddawanych analizie trzech ostatnich latach następująco:



Ryc. 61. Przestrzenny rozkład 36 max. pyłu PM_{10}

W niniejszym rozdziale odniesiono się również do wartości percentyli, które są również obowiązującą miarą jakości powietrza.

Oprócz wartości stężenia istotnym jest czas jego występowania. Jego miarą są wartości percentyli.

Ditlenek siarki:

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h jest percentyl 99,7 dla ditlenku siarki obliczany z rocznej serii pomiarów chwilowych. *Przekroczenie dopuszczalnej wartości 1 h stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla S99,7 jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{1h} .* W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 0,3 % wyników w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{1h} .

Przekroczenie dopuszczalnej wartości 24-godzinnych stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{24} .

W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 1,1% wyników dla SO_2 w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{24} .

Ditlenek azotu:

Parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h dla dwutlenku azotu jest percentyl S99,8 obliczany z rocznej serii pomiarów chwilowych. *Przekroczenie dopuszczalnej wartości 1 h stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla S99,8 jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{1h} .* W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 0,2% wyników w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{1h} .

Pył PM_{10}

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce wymaganiami dotyczącymi wykonywania ocen jakości powietrza, przy szacowaniu wyników dla pyłu zawieszonego PM_{10} należy brać pod uwagę wartość percentyli: 90,1 i 97,8 obliczanych z rocznych serii pomiarowych.

Przekroczenie dopuszczalnej wartości 24-godzinnych stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{24} .

W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 9,9% i 2,2% w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{24} .

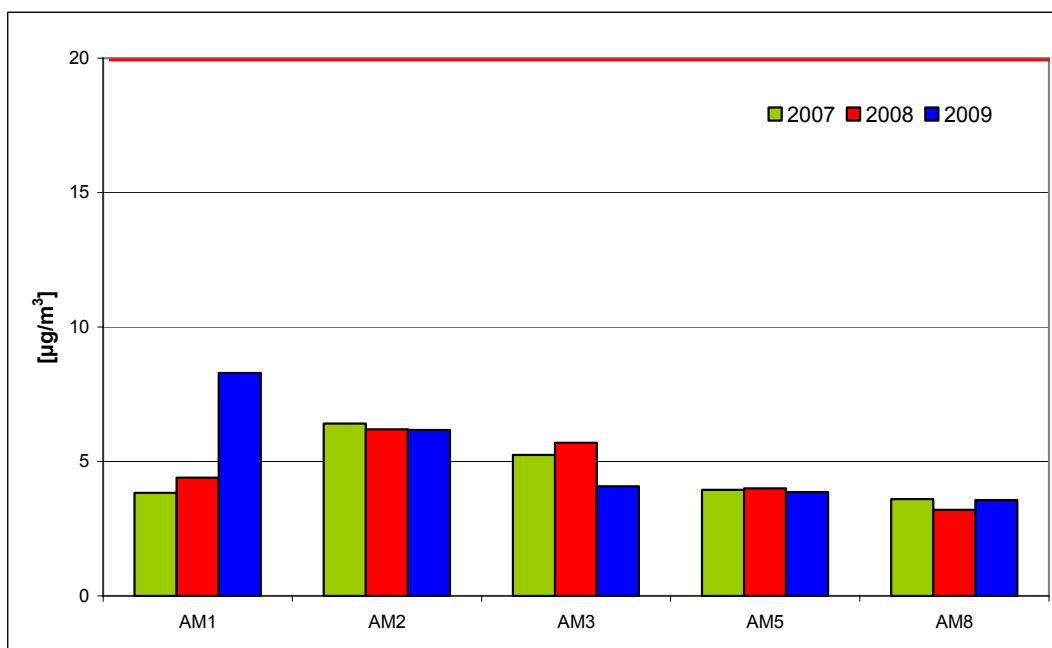
Wartości percentyli liczone dla serii pomiarowych spełniających kryteria podane w Decyzji Komisji o jakości danych. Seria pomiarowa musi liczyć minimum 75% ważnych danych przy zachowaniu stosunku danych z okresu grzewczego do letniego poniżej 2.

5.2 Ocena jakości powietrza w Gdańsku

5.2.1 Ditlenek siarki

Stężenia średnioroczne ditlenku siarki normowane ze względu na ochronę roślin w utrzymują się na poziomie 1 - 41,5 % poziomów dopuszczalnych w latach 2007-2009.

Zmiany stężeń średniorocznych w ostatnich latach na poszczególnych stacjach pokazano na rycinie (ryc.62).

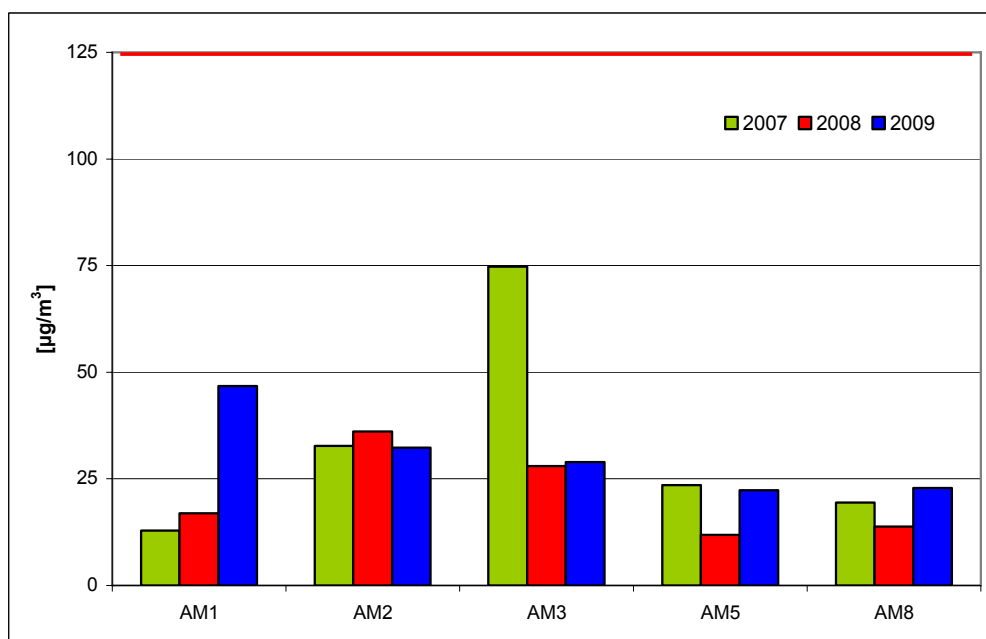


Ryc.62. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

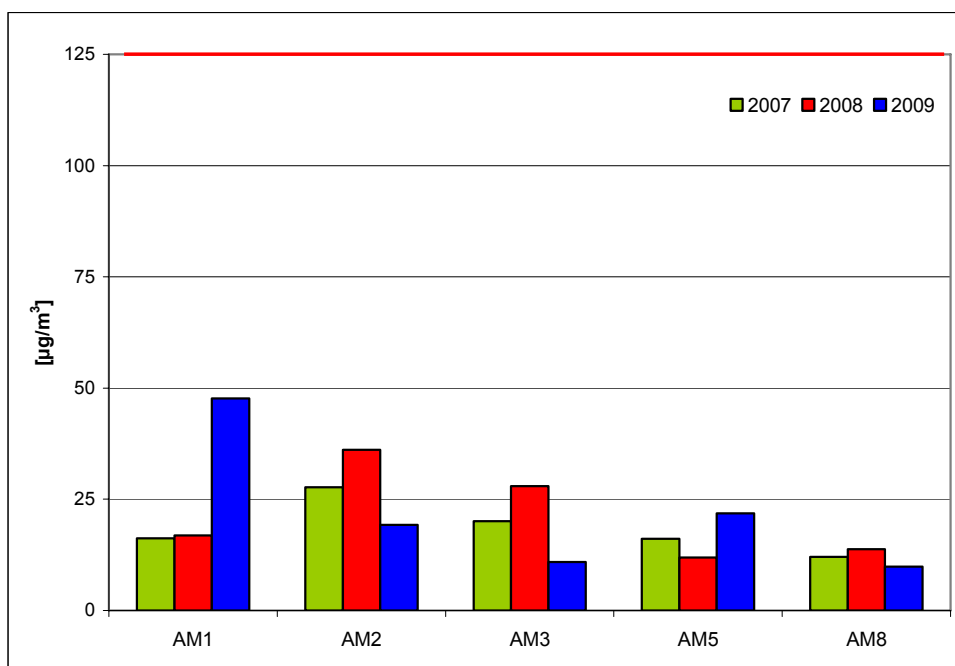
W stosunku do roku poprzedniego na większości stacji w Gdańsku średnioroczne stężenia dwutlenku siarki utrzymują się na podobnym poziomie, z wyjątkiem stacji AM1 na której stężenia wzrastają.

W roku 2009 maksymalne stężenia średniodobowe ditlenku siarki w sezonie grzewczym nieznacznie wzrosły w porównaniu do dwóch poprzednich lat (ryc.63.), wyjątek stanowi stacja AM2 na Stogach, gdzie maksymalne stężenia średniodobowe w 2009 roku były nieznacznie niższe niż w 2008 roku.

W latach 2007-2009 sezonie letnim nie zanotowano maksymalnych stężeń średniodobowych wyższych niż 38 % stężenia dopuszczalnego (ryc.64).



Ryc.63. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 2007-2009



Ryc.64. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ponieważ w roku 2009 nie odnotowano przekroczeń stężeń średniodobowych nie obliczano wartości percentyla.

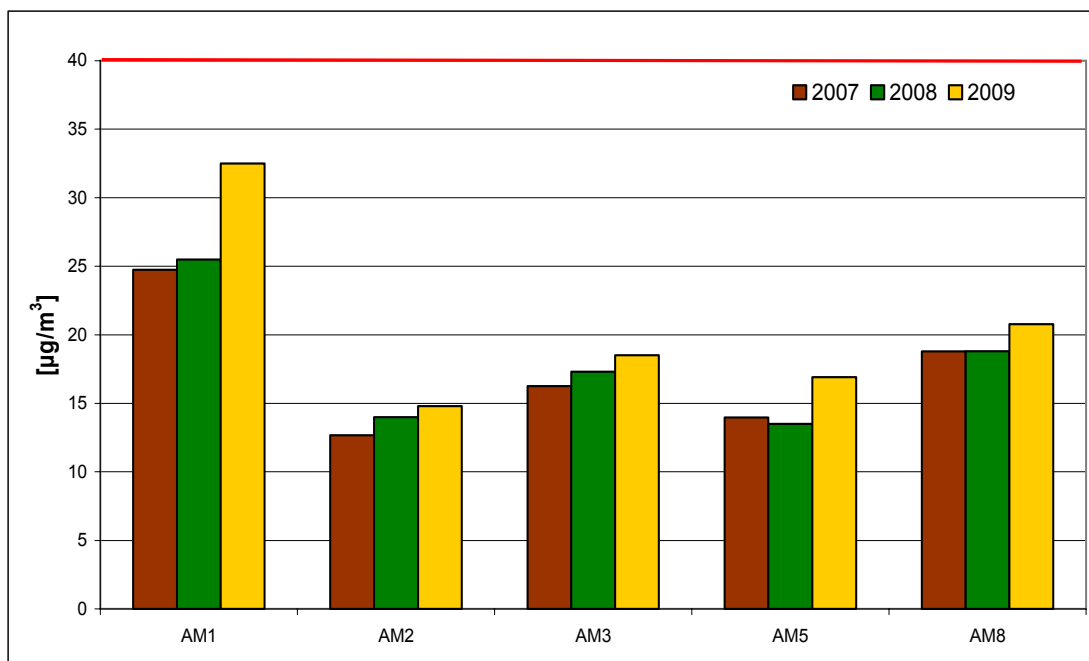
Stężenia chwilowe dwutlenku siarki o obowiązującym od roku 2005 czasie uśredniania 1h były niższe niż poziom dopuszczalny = **350 µg/m³**.

Maksymalne stężenie dwutlenku siarki = **196,2 µg/m³** wystąpiło w dniu 15 kwietnia o godzinie 13:00 w Śródmieściu. W terminie pomiarowym zanotowano temperaturę minus 14 °C.

W roku 2009 pomiary nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.2.2 Ditlenek azotu

Średnioroczne stężenia ditlenku azotu w 2009 roku wahają się od 37% wartości dopuszczalnej (stacja AM2 Gdańsk Stogi) do 81,3% (stacja AM1 Gdańsk Śródmieście). Na wszystkich stacjach w Gdańsku poziomy stężenie średniorocznych w 2009 roku utrzymywały się na nieznacznie wyższym poziomie niż w 2008 i 2007 roku (ryc.65).



Ryc.65 Zmiany średniorocznych wartości stężeń ditlenku azotu na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

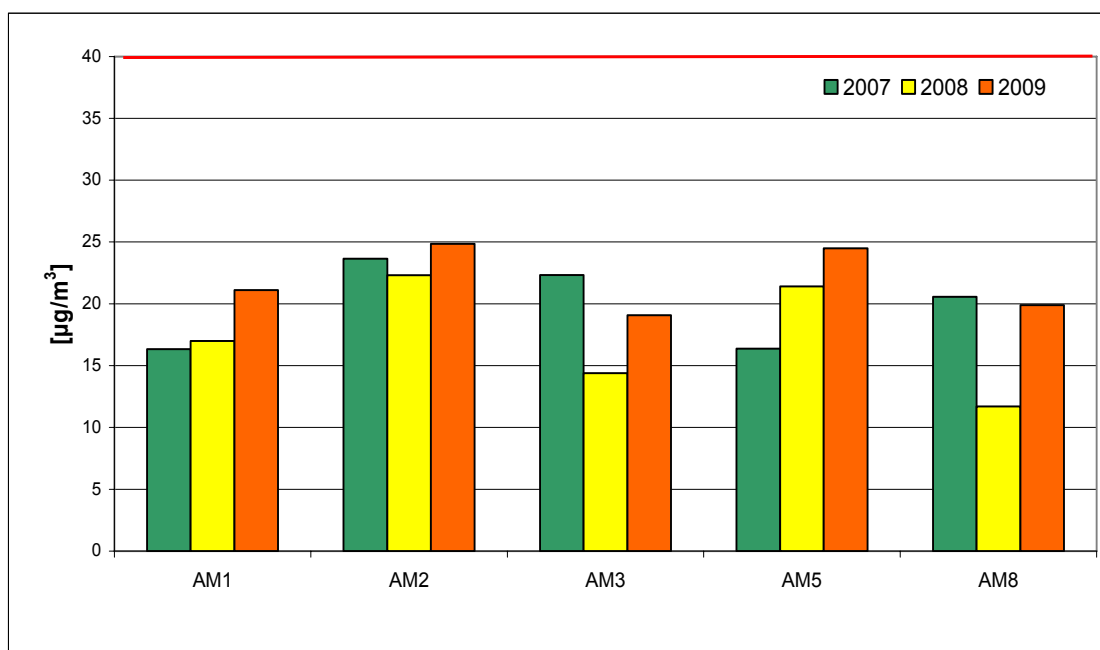
Drugim parametrem normowanym ze względu na ochronę zdrowia są **stężenia jednogodzinne**, których epizodycznie wysokie wartości powodować mogą nasilenie niektórych objawów różnych chorób.

W roku 2009 w Gdańsku nie odnotowano stężeń ditlenku azotu powyżej normy $=200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksymalne stężenie ditlenku azotu $S_{1h\text{max}} = 174,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu przy ul. Powstańców Warszawskich w dniu 4 kwietnia o godzinie 21:00 przy temperaturze $9,5^\circ\text{C}$.

W roku 2009 w Gdańsku pomiary ditlenku azotu nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.2.3 Pył PM_{10}

W roku 2009 na większości stacji gdańskich nieznacznie wzrosły stężenia średnioroczne pyłu PM_{10} w stosunku do lat ubiegłych i nie przekroczyły wartości dopuszczalnej (ryc.66). W 2009 roku najwyższe stężenie średnioroczne podobnie jak w latach poprzednich wystąpiło na stacji AM2 Gdańsk Stogi i wyniosło $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 62 % wartości dopuszczalnej.



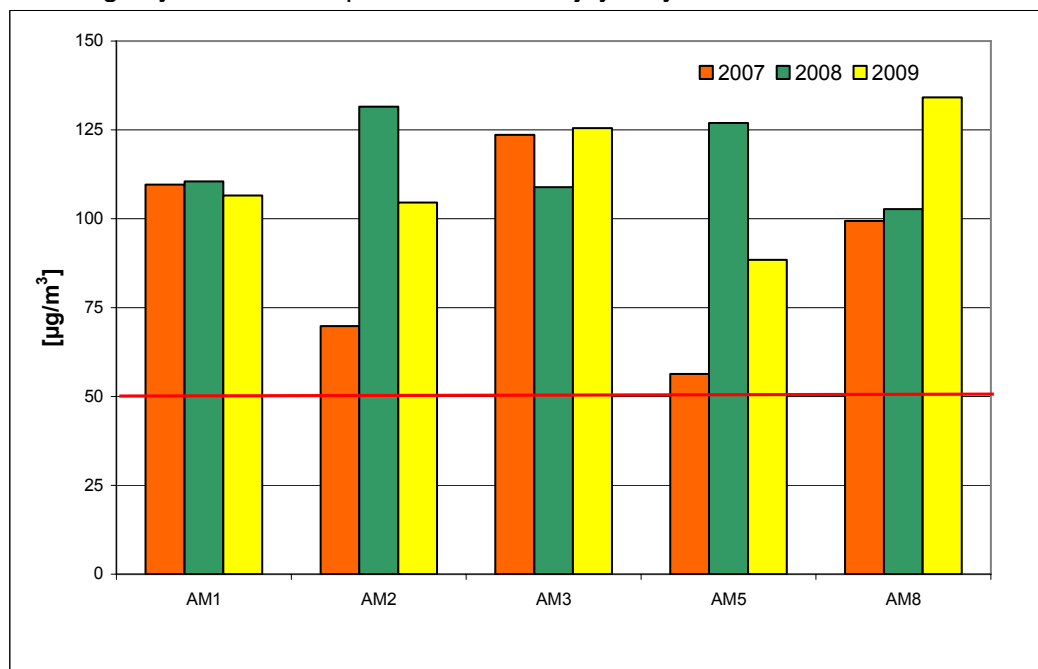
Ryc.66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

W roku 2009, podobnie jak w latach poprzednich, w przypadku pyłu PM10 odnotowano przekroczenia norm średniodobowych. Na wszystkich stacjach gdańskich maksymalne stężenia średniodobowe były wyższe od poziomu dopuszczalnego. Limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku) nie była przekroczona.

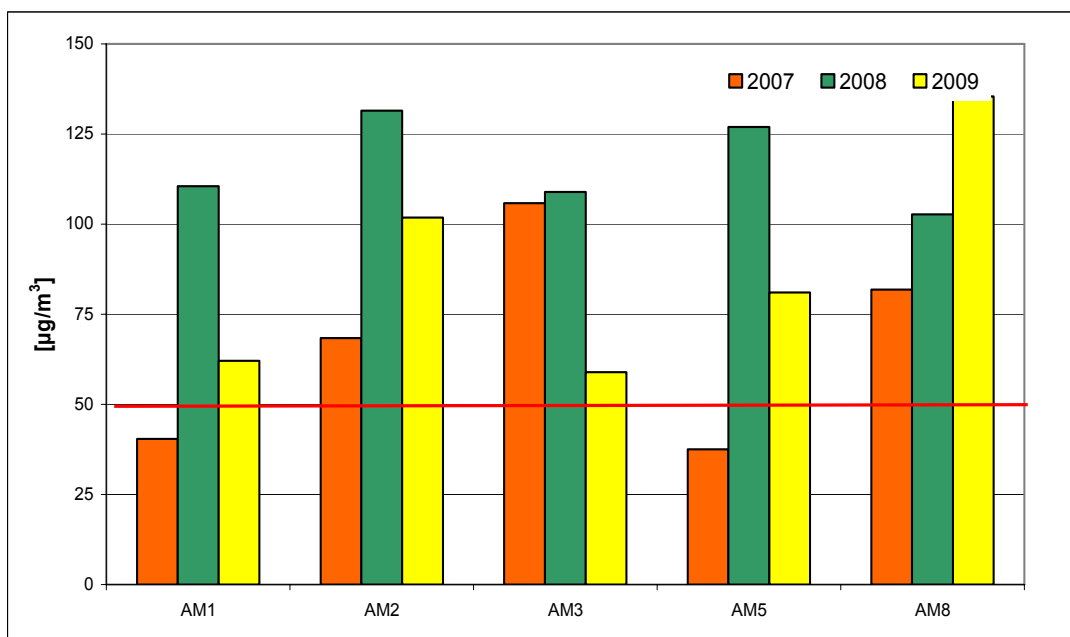
W ciągu całego 2009 roku łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła dla Gdańska 32 dni (wzrost o 17 dni w stosunku do roku 2008).

Wyników wyższych niż norma $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na terenie Gdańska 3,9% przy 1,9 % w roku 2008.

Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 2007-2009 dla PM10 w poszczególnych sezonach pokazano na kolejnych rycinach.



Ryc.67. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 2007-2009



Ryc. 68. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 2007-2009

Odnosząc się do wartości percentyla należy stwierdzić, że na terenie Gdańska percentyl 90,1 pyłu PM10 był przekroczony na stacji AM1, a percentyl 97,8 był przekroczony na stacjach AM1, AM2 oraz AM5.

Tabela 33. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM₁₀

Stacja	Wartość percentyla [µg/m ³]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
AM1 ul. Powstańców Warszawskich Gdańsk Siedlce	27,0	67,4	37,6	40,3	121,7	56,2
AM2 ul. Kaczeńce Gdańsk Stogi	41,4	38,1	43,2	55,2	53,7	74,6
AM3 ul. Wyzwolenia Gdansk Nowy Port	48,0	28,1	35,7	87,8	46,6	59,5
AM 5 ul. Ostrzycka Gdańsk Szadółki	28,7	36,1	42,2	37,7	54,3	59,6
AM 8 ul. Leczkowa Gdańsk Wrzeszcz	43,1	21,3	33,8	81,3	33,3	47,1
Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [µg/m ³]	50					

Porównując wartości percentyli z ubiegłych lat należy stwierdzić, że w oddziaływaniu średniookresowym zanieczyszczenie pyłem PM₁₀ również obniżyło się.

5.2.4 Tlenek węgla

Dla tlenku węgla normowane są poziomy **stężenia 8-godzinnych** wyliczanych krocząco. Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie wyniosło 45 % normy dla obszaru (AM8) w okresie grzewczym.

5.2.5 Ozon

W prawie polskim ze względu na ochronę zdrowia normowane są dwa poziomy ozonu: średnioterminowy jako wartość stężenia 8-godzinne wyliczanego krocząco ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), przy limitowanej ilości dni z przekroczeniami (25) oraz w odniesieniu do epizodów jako wartość ostrzegawcza (stężenie 1 godzinne = $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Przekroczenia **8-godzinnej** normy ozonu wystąpiły na stacji AM5 i AM8. Łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła 2, wszystkie przekroczenia wystąpiły w sezonie letnim. Maksymalne stężenie ozonu w Gdańsku osiągnęło wartość **$134,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$** w dniu 26 maja na stacji AM8 w Gdańsku Wrzeszczu.

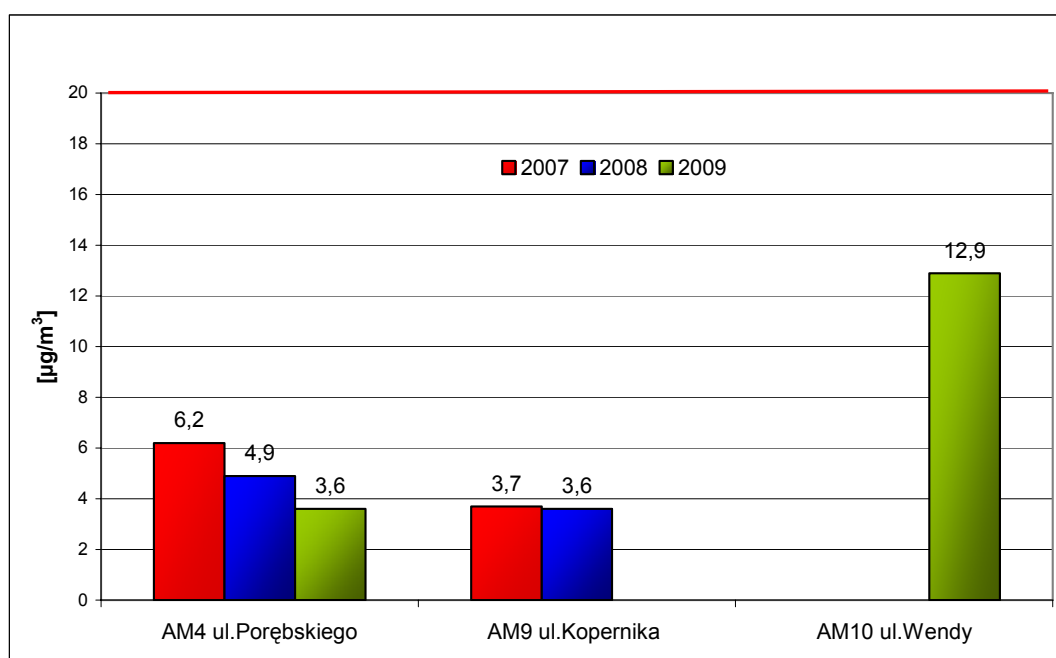
Stężenia wyższe niż próg ostrzegania w roku 2009 nie wystąpiły.

5.3 Ocena jakości powietrza Gdyni

5.3.1 Dytlenek siarki

Stężenia średnioroczne ditlenku siarki w Gdyni w latach 2007-2009 otrzymywały się na stałym niskim poziomie, osiągając od 18, do 64,5 % wartości dopuszczalnej.

Stężenia średnioroczne ditlenku siarki na stacjach gdyńskich przedstawiono na poniższej rycinie. Najwyższe stężenia ditlenku siarki wystąpiło na stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu i wyniosło $12,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2009 roku, co stanowi 64,5 % wartości dopuszczalnej.

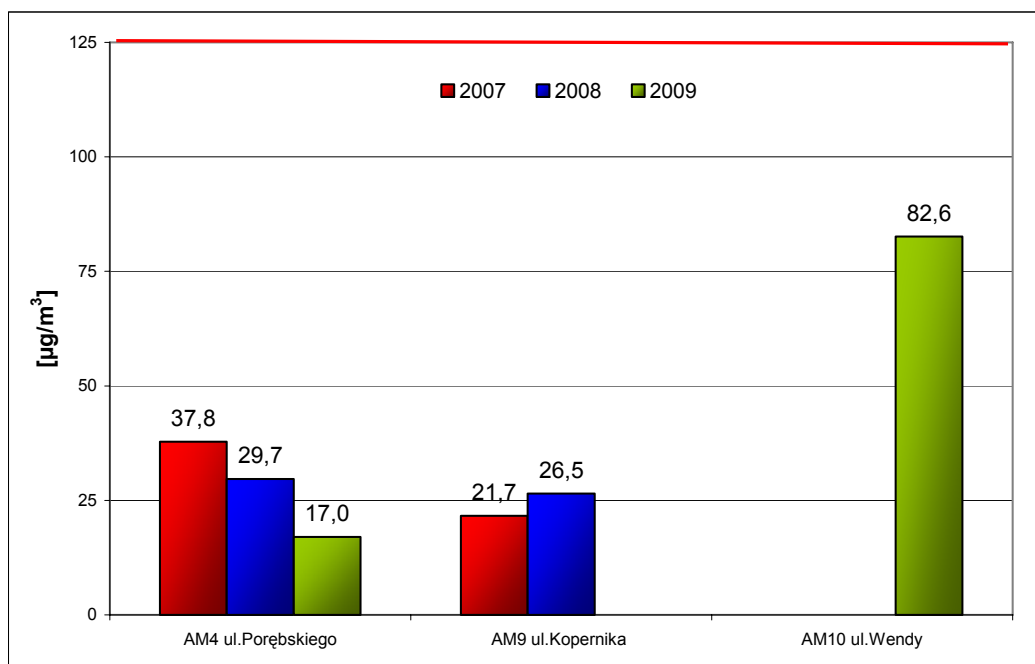


Ryc. 69. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacjach ARMAAG w Gdyni w latach 2007-2009

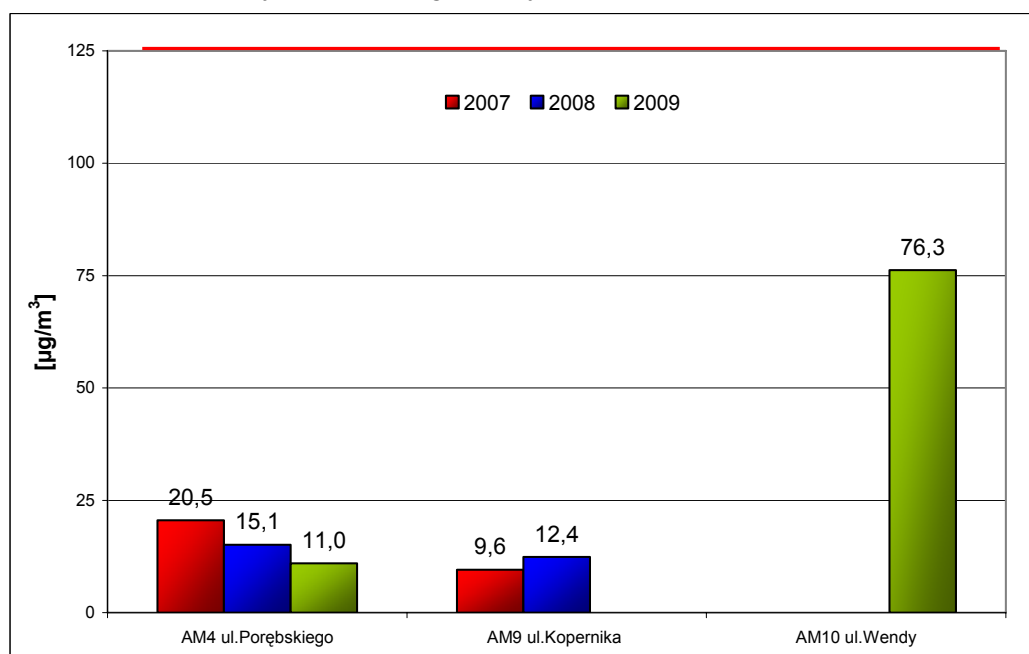
W latach 2007-2009 maksymalne **stężenia średniodobowe** nie przekroczyły wartości dopuszczalnej. W sezonie grzewczym najwyższe maksymalne stężenia średniodobowe wystąpiły w 2009 roku na stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu, natomiast najniższe w roku 2008.

W analizowanym okresie w sezonie letnim maksymalne stężenia średniodobowe

utrzymują się na stałe niskim poziomie z wyjątkiem stacji AM10.



Ryc.70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdyni w sezonie grzewczym w latach 2007-2009



Ryc.71. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdyni w sezonie letnim w latach 2007-2009

Nie obliczano wartości 99,8 percentyla, ponieważ w roku 2009 nie odnotowano przekroczeń stężeń średniodobowych

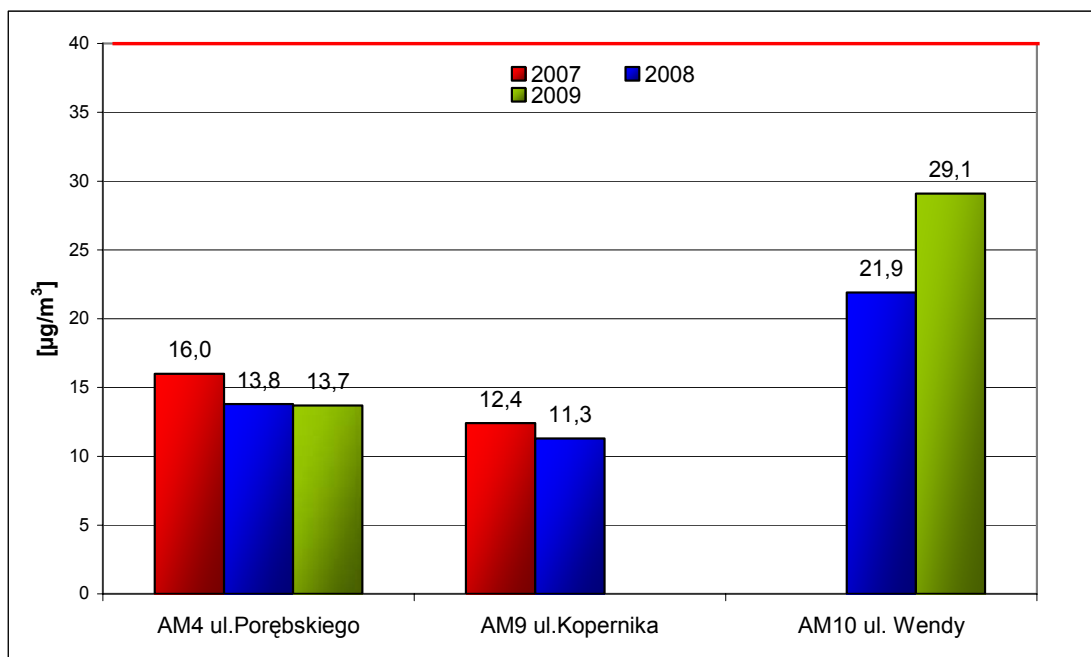
Stężenia chwilowe ditlenku siarki o obowiązującym od roku 2005 czasie uśredniania 1h były niższe niż poziom dopuszczalny = $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksymalne stężenie ditlenku siarki = $261,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 1 stycznia o godzinie 17:00 na stacji AM4 w Gdyni Pogórze. W terminie pomiarowym zanotowano temperaturę = $2,0^{\circ}\text{C}$.

W roku 2009 pomiary nie wykazały przekroczeń stężeń 1h i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.3.2 Dytlenek azotu

Stężenia średnioroczne ditlenku azotu wahają się od 28,2 % (stacja AM9) do 72,7 % (stacja AM10) wartości dopuszczalnej. Stężenia średnioroczne ditlenku azotu wykazują nieznaczna tendencję wzrostową (stacja AM10) bądź utrzymują się na zbliżonym poziomie (stacja AM4 i AM9) (ryc. 72).



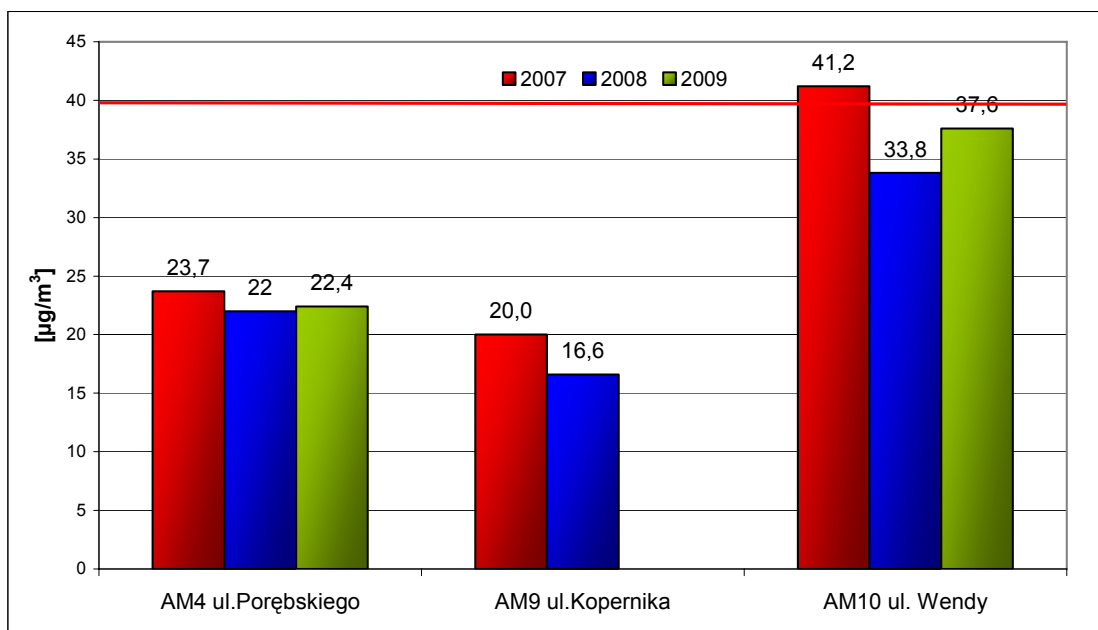
Ryc.72. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku azotu na stacjach ARMAAG w Gdyni w latach 2007-2009

W roku 2009 nie odnotowano na terenie Gdyni stężeń 1 h powyżej normy wynoszącej $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksymalne stężenie dwutlenku azotu $S_{1h\text{max}} = 162,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmierzono w stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu w dniu 20 lutego o godzinie 10:00 przy temperaturze $-2,8^\circ\text{C}$.

W roku 2009 w Gdyni pomiary ditlenku azotu nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.3.3 Pył zawieszony PM_{10}

Stężenia średnioroczne pyłu zawieszonego w 2009 roku uległy podwyższeniu w stosunku do 2007 roku, a obniżeniu w stosunku do roku 2008. Na stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu w 2007 została przekroczona wartość dopuszczalna, natomiast w dwóch następnych latach nastąpił spadek wartości średniorocznej pyłu zarówno w 2008 i 2009 roku wartość ta nie została przekroczona (ryc. 73)

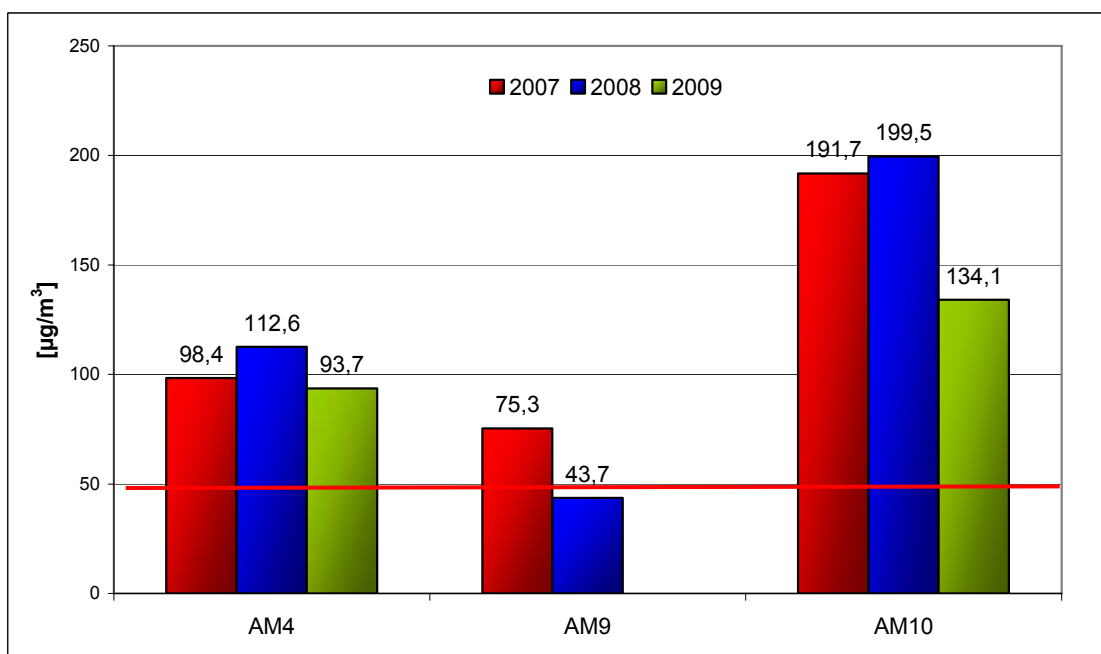


Ryc.73. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10} na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

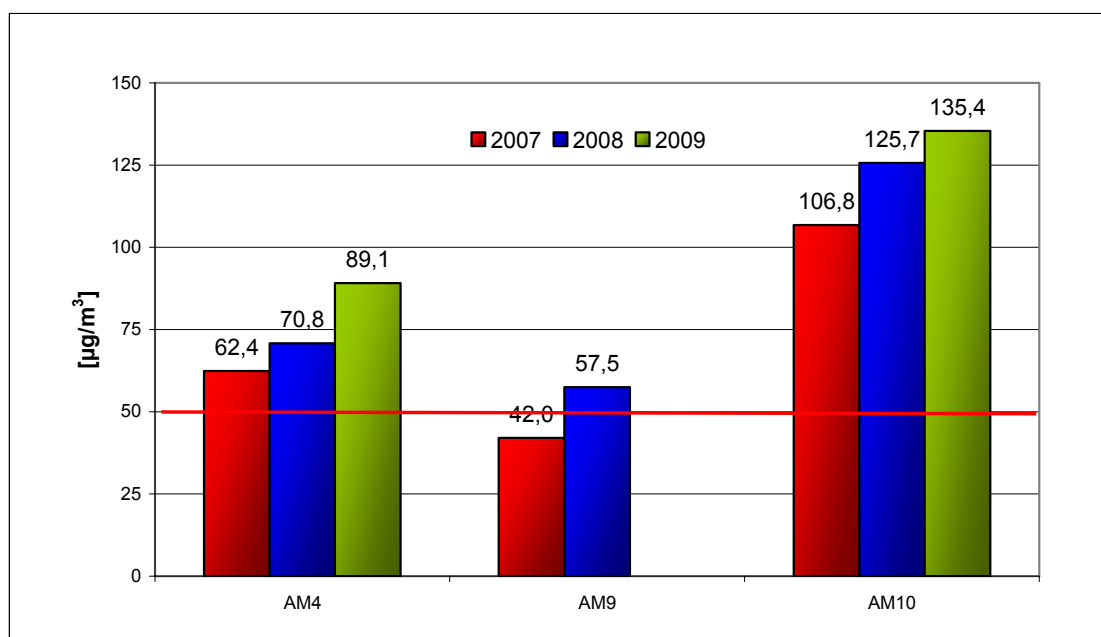
W roku 2009 odnotowano przekroczenia norm średniodobowych pyłu PM_{10} na wszystkich stacjach. Limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku) nie była przekroczona.

W ciągu całego 2009 roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła dla Gdyni **15 dni** (spadek o 37 dni). Wyników wyższych niż norma $D_{24}=50 \mu g/m^3$ zanotowano na terenie Gdyni 13,5 % (w roku 2008 - 9,6%).

Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 2007-2009 dla PM_{10} w poszczególnych sezonach pokazano na kolejnych rycinach.



Ryc.74. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach w Gdyni w sezonie grzewczym w latach 2007-2009



Ryc.75. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdyni w sezonie letnim w latach 2007-2009

Odnosząc się do wartości percentyli 90,1 i 97,8 należy stwierdzić, że na terenie Gdyni w roku 2009 był przekroczony percentyl 90,1 na stacji AM10, natomiast percentyl 97,8 przekroczony był na stacjach AM4 i AM10 (tab. 33).

Tabela 34. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM10

Stacja	Wartość percentyla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
AM4 ul. Porębskiego Gdynia Pogórze	43,5	39,5	40,7	61,5	56,3	55,3
AM 9 ul. Kopernika Gdynia Redłowo	37,3	27,0	-	53,5	38,8	-
AM 10 ul. Wendy Gdynia Śródmieście	75,9	57,0	65,2	120,9	81,5	96,4
Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	50					

5.3.4 Tlenek węgla

Dla tlenku węgla normowane są poziomy stężenie 8-godzinnych wyliczanych krocąco. Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie w Gdyni wyniosło 15 % normy dla obszaru (AM4 Gdynia Pogórze) w okresie grzewczym.

5.3.5 Ozon

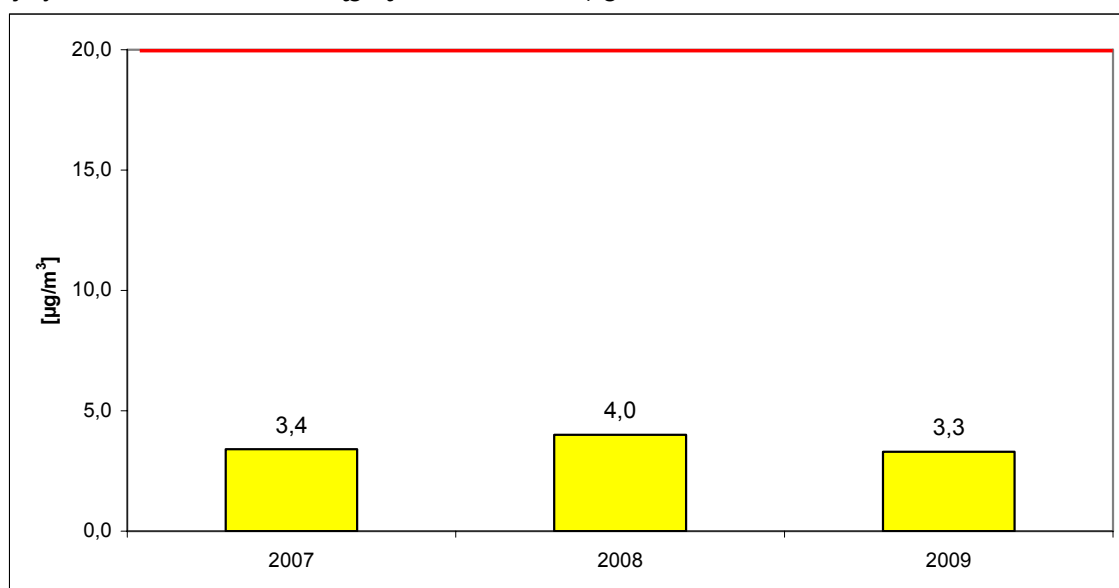
W prawie polskim ze względu na ochronę zdrowia normowane są dwa poziomy ozonu: średnioterminowy jako wartość stężenia 8-godzinnego wyliczanego krocąco ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), przy limitowanej ilości dni z przekroczeniami (25) oraz w odniesieniu do epizodów jako wartość ostrzegawcza (stężenie 1 godzinne = $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Przekroczenia 8-godzinnej normy ozonu wystąpiły zarówno na stacji AM4 jak i AM9. Łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła 3, wszystkie przekroczenia wystąpiły w sezonie letnim. Maksymalne stężenie osiągnęło wartość **131,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** w dniu 26 maja na stacji w Gdyni Pogórze. Próg ostrzegania w roku 2009 nie wystąpił.

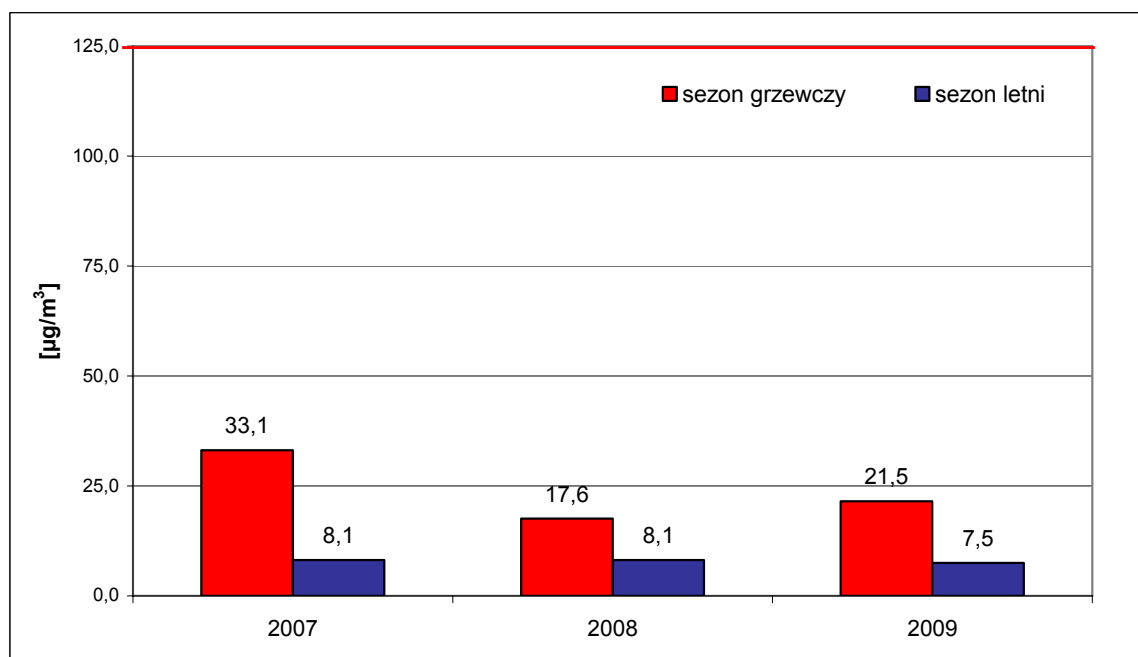
5.4 Ocena jakości powietrza w Sopocie

5.4.1 Dytlenek siarki

Stężenia średnioroczne ditlenku siarki w analizowanym okresie otrzymują się na stałym niskim poziomie, osiągając od 16,5 do 21,5 % wartości dopuszczalnej. Stężenia średnioroczne ditlenku siarki w Sopocie przedstawiono na poniższej rycinie. Najniższe stężenia średnioroczne wystąpiły w 2009 roku i wyniosło 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a najwyższe w 2008 roku osiągnęło wartość 4,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Ryc.76 Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacji ARMAAG w Sopocie w latach 2007-2009



Ryc.77. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacji ARMAAG w Sopocie w sezonie letnim w latach 2007-2009

Maksymalne **stężenia średniodobowe** w latach 2007-2009 nie przekraczały wartości dopuszczalnej. W sezonie grzewczym najwyższe maksymalne stężenia średniodobowe wystąpiły w 2007 roku, natomiast najniższe w 2008 roku. W sezonie letnim, w analizowanym okresie, maksymalne stężenia średniodobowe utrzymują się na stałym, niskim poziomie

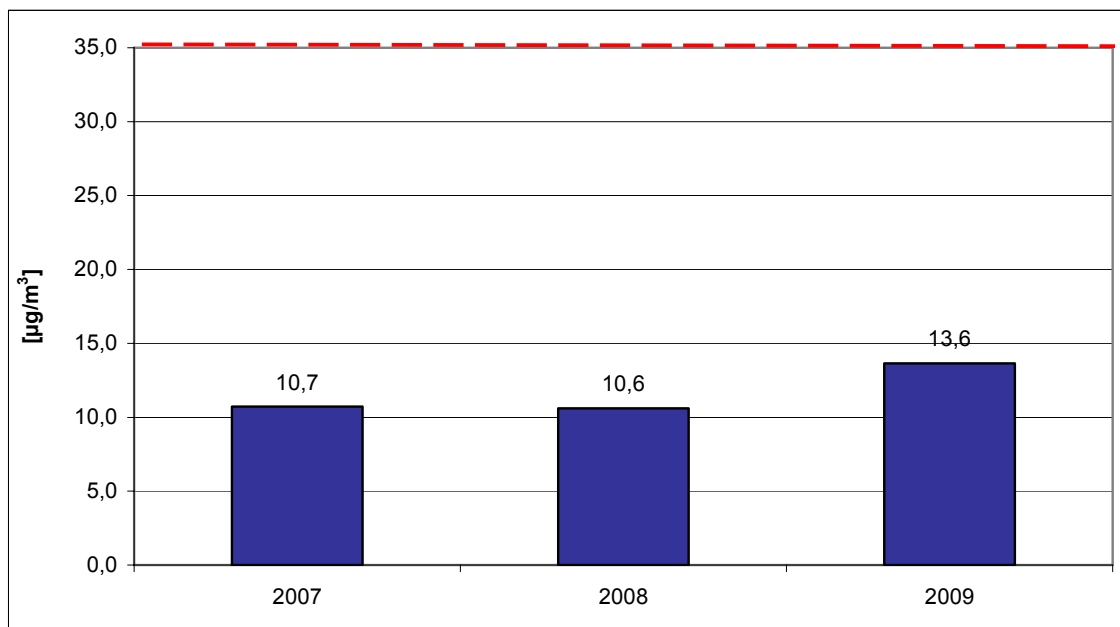
Stężenia chwilowe ditlenku siarki o obowiązującym od roku 2005 czasie uśredniania 1h były niższe niż poziom dopuszczalny = $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksymalne stężenie ditlenku siarki = $55,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 20 lutego o godzinie 14:00 przy temperaturze $0,9^\circ\text{C}$.

W roku 2009 pomiary nie wykazały przekroczeń stężeń chwilowych i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla 99,7.

5.4.2 Ditlenek azotu

Stężenia średnioroczne ditlenku azotu w latach 2007-2009 wahały się od 30 % do 40% wartości dopuszczalnej. W porównaniu do dwóch poprzednich lat stężenie średnioroczne ditlenku azotu wzrosło w 2009 (ryc. 78).



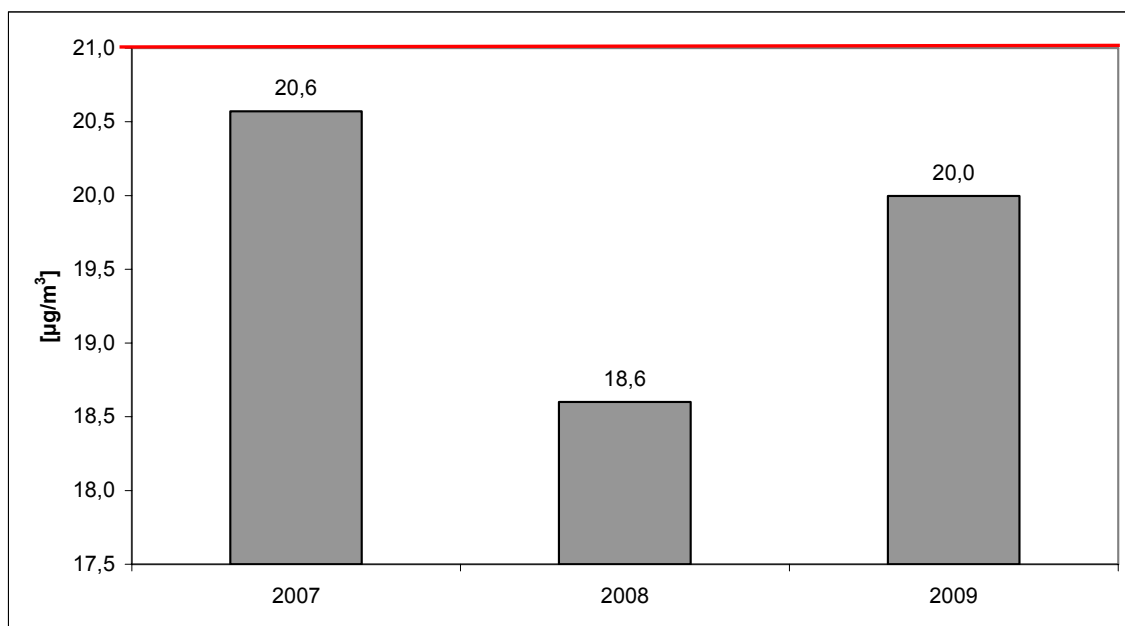
Ryc.78. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku azotu na stacjach ARMAAG w Sopocie w latach 2007-2009

W roku 2009 nie odnotowano w Sopocie stężeń 1 h powyżej normy wynoszącej $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksymalne stężenie ditlenku azotu $S_{1\text{hmax}} = 84,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 20 lutego o godzinie 22:00 przy temperaturze $-6,4^\circ\text{C}$.

W roku 2009 w Sopocie pomiary ditlenku azotu nie wykazały przekroczeń stężeń chwilowych i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla 99,8.

5.4.3 Pył PM_{10}

Stężenia średnioroczne pyłu zawieszonego w 2009 roku wrosły w stosunku do 2008 roku. Najniższe stężenie średnioroczne pyłu odnotowano w 2008 roku i wyniosło ono $18,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ryc.79).

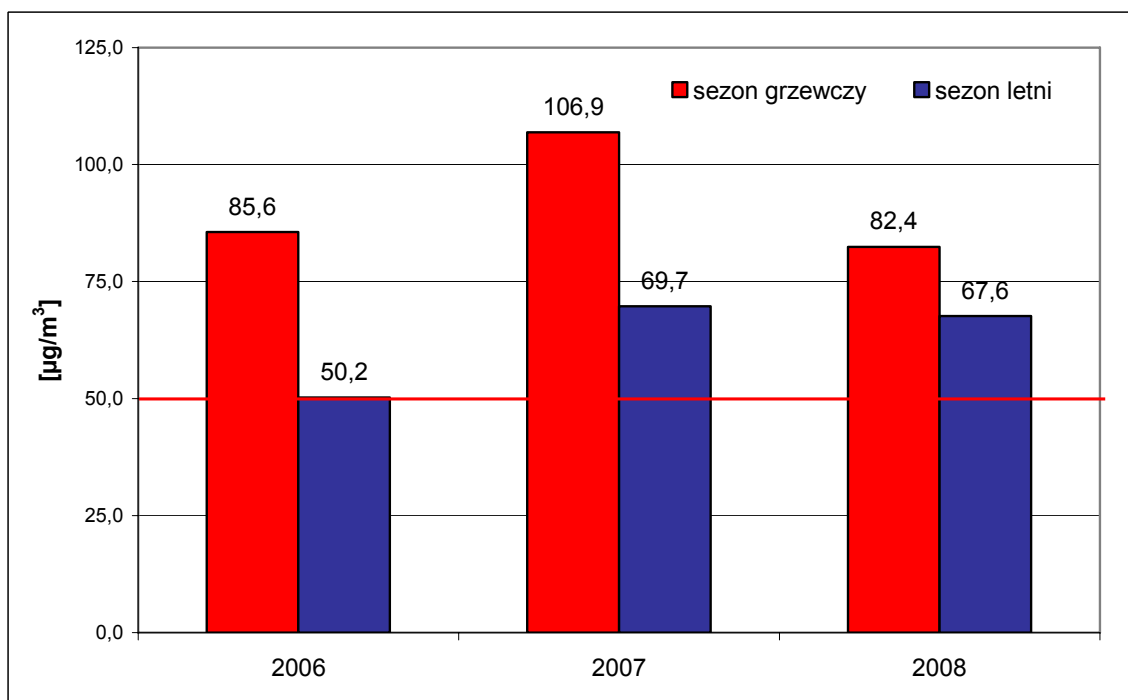


Ryc.79. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM₁₀ na stacji ARMAAG w Sopocie w latach 2007-2009

W roku 2009 na stacji w Sopocie odnotowano przekroczenia normy średniodobowej pyłu PM₁₀. Nie została przekroczona jednak limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku). W ciągu całego 2008 roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła dla Sopotu 10 dni i (spadek o 1 dzień w stosunku do roku 2008)

Wyników wyższych niż norma D₂₄=50 µg/m³ zanotowano w Sopocie 2,7 % (w roku 2008 – 2,5 %)

Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 2007-2009 dla PM₁₀ w poszczególnych sezonach pokazano na kolejnej rycinie.



Ryc.80. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM₁₀ na stacji w Sopocie w latach 2007-2009

Odnosząc się do wartości percentyli 90,1 i 97,8 należy stwierdzić, że w Sopocie dla PM₁₀ nie był przekroczony w 2008 roku percentyl 90,1, natomiast był przekroczony percentyl 97,8. (tab.34).

Tabela 35. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

Stacja	Wartość percentyla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
AM6 ul. Bitwy pod Płowcami Sopot	38,5	33,3	35,7	56,6	53,5	51,1
Dopuszczalny poziom PM_{10} w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	50					

5.4.4 Tlenek węgla

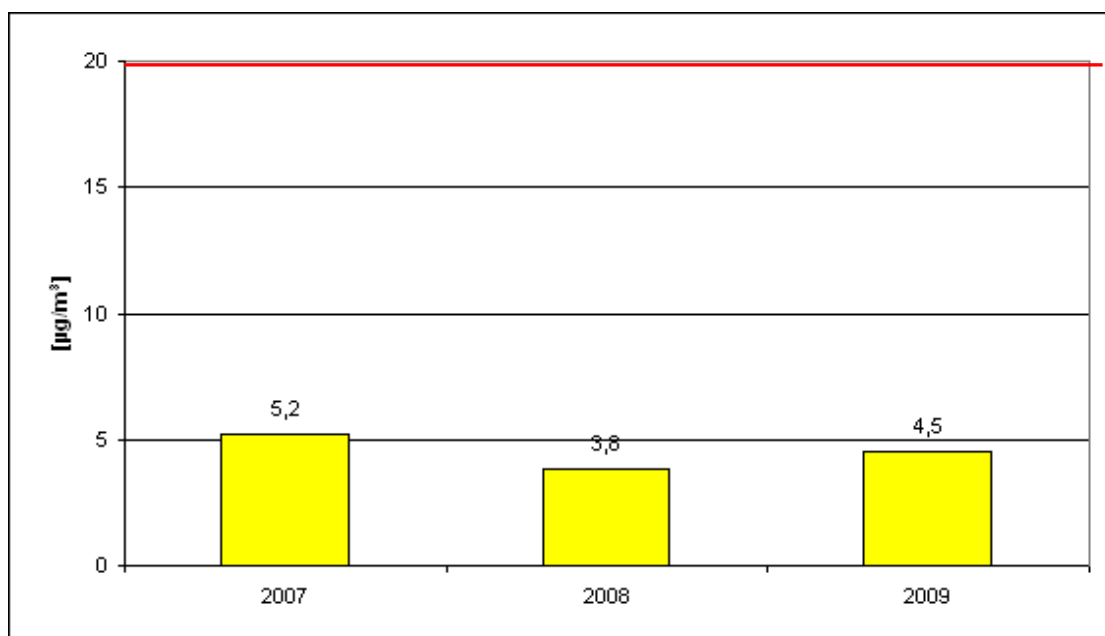
Dla tlenku węgla normowane są poziomy stężenie 8-godzinnych wyliczanych krocząco. Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie w Sopocie wyniosło 30,6 % normy w okresie grzewczym.

5.5 Ocena jakości powietrza w Tczewie

5.5.1 Dytlenek siarki

Stężenia średnioroczne ditlenku siarki w latach 2007-2009 utrzymywały się na stałym, niskim poziomie, osiągając od 19 do 26 % wartości dopuszczalnej.

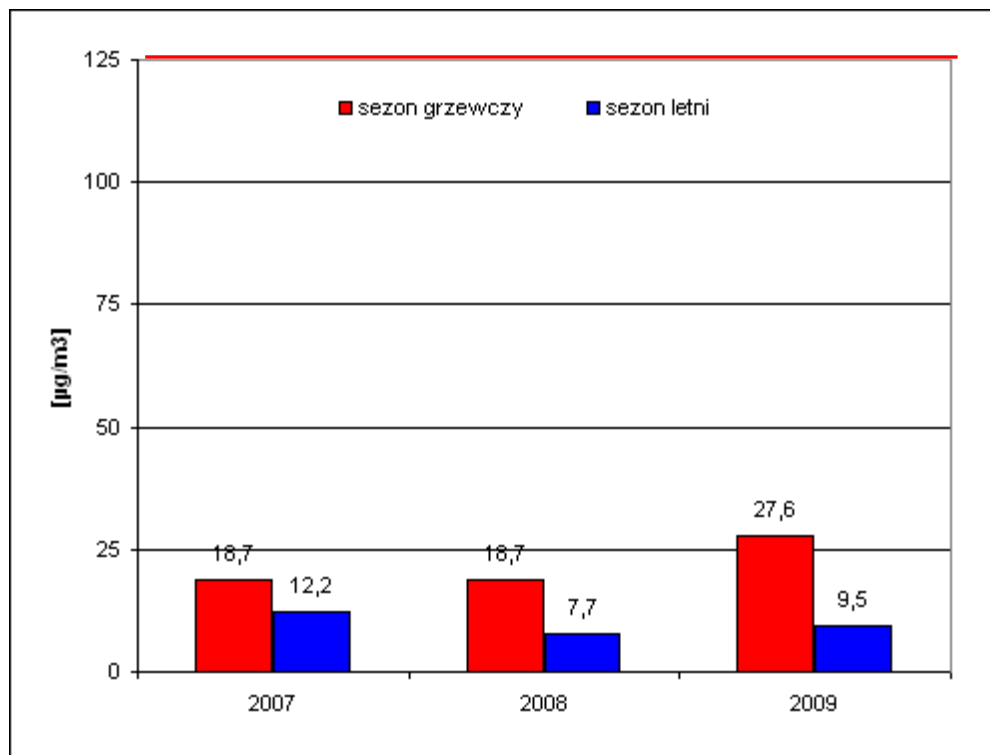
Stężenia średnioroczne ditlenku siarki w Tczewie przedstawiono na poniższej rycinie. Najniższe stężenie średnioroczne wystąpiło w 2008 roku i wyniosło $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a najwyższe w 2007 roku osiągnęło wartość $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ryc.81)



Ryc.81. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacji ARMAAG w Tczewie w latach 2007-2009

Maksymalne **stężenia średniodobowe** nie przekraczały w latach 2007-2009 wartości dopuszczalnej. W sezonie grzewczym najwyższe maksymalne stężenia średniodobowe wystąpiły w 2009 roku, natomiast najniższe w 2007. W sezonie letnim maksymalne stężenia średniodobowe w analizowanym okresie utrzymują się na stałe

niskim poziomie



Ryc.82. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacji ARMAAG w Tczewie w sezonie letnim w latach 2006-2008

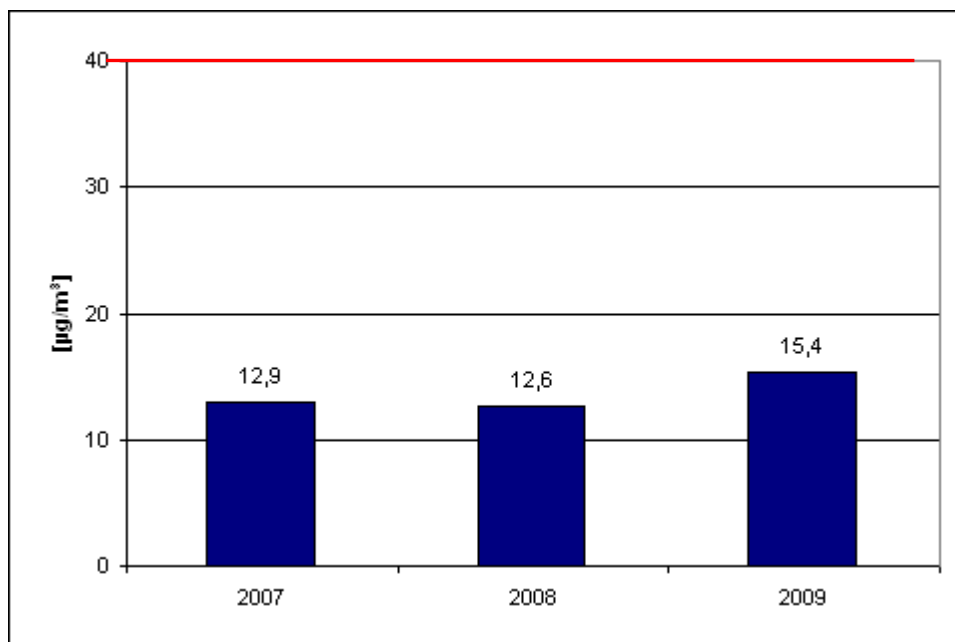
Stężenia chwilowe dwutlenku siarki o obowiązującym od roku 2002 czasie uśredniania 1h były niższe niż poziom dopuszczalny = $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksymalne stężenie dwutlenku siarki = $68,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 2 stycznia o godzinie 12:00 przy temperaturze $-1,7^\circ\text{C}$.

W roku 2009 pomiary nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.5.2 Dytlenek azotu

Stężenia średnioroczne dwutlenku azotu wahały się od 31 % do 38 % wartości dopuszczalnej w latach 2007-2009. Stężenie średnioroczne dwutlenku azotu wzrosło w 2009 roku w porównaniu do dwóch poprzednich lat (ryc.83).



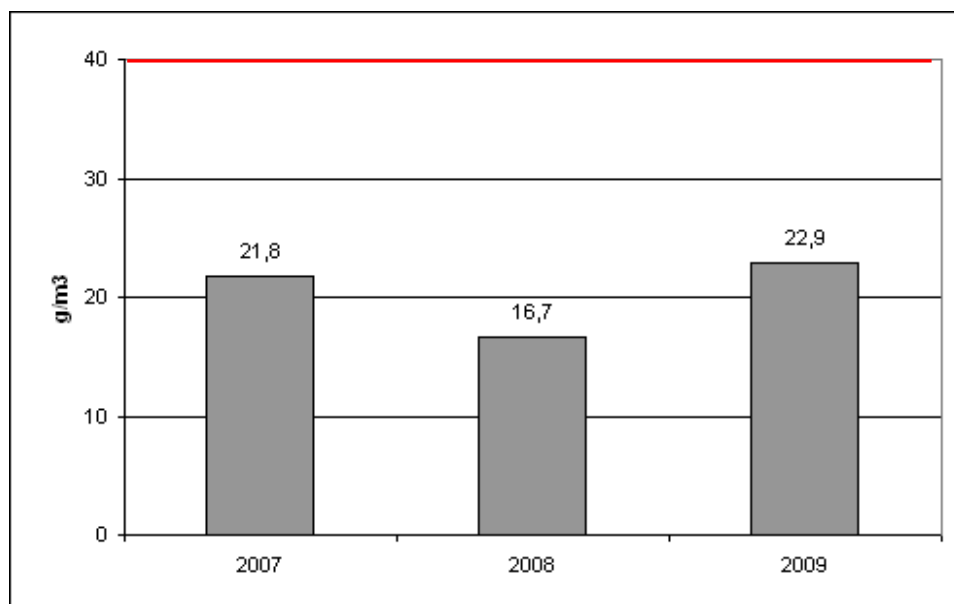
Ryc.83. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku azotu na stacjach ARMAAG w Tczewie w latach 2007-2009

W roku 2009 nie odnotowano w Tczewie stężeń 1 h powyżej normy wynoszącej $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksymalne stężenie ditlenku azotu $S_{1h\text{max}} = 115,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w dniu 2 kwietnia o godzinie 07:00 przy temperaturze $-0,5^\circ\text{C}$.

W roku 2009 w Tczewie pomiary ditlenku azotu nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.5.3 Pył PM_{10}

Stężenia średnioroczne pyłu zawieszonego w 2009 roku wzrosło w stosunku do poprzednich dwóch lat. Najniższe stężenie średnioroczne pyłu odnotowano w 2008 roku i wyniosło ono $16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ryc.94).

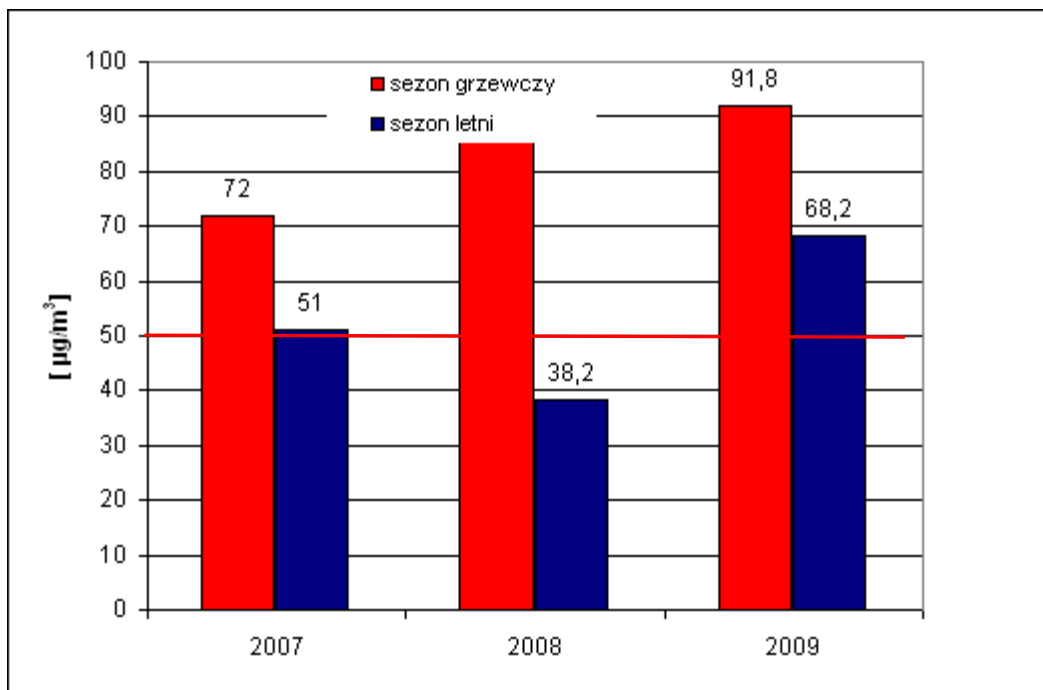


Ryc.84. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10} na stacji ARMAAG w Tczewie w latach 2007-2009

W roku 2009 odnotowano przekroczenia norm **średniodobowych** pyłu PM_{10} na stacji w Tczewie. Limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku) nie została przekroczona. W ciągu całego 2009 roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła dla Tczewa 11 dni (wzrost 8 dni).

Wyników wyższych niż norma $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano w Tczewie 3,0 % (w roku 2008 – 0,85 %)

Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 2007-2009 dla PM_{10} w poszczególnych sezonach pokazano na kolejnej rycinie.



Ryc.85. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach w Tczewie w latach 2007-2009

Odnosząc się do wartości percentyli należy stwierdzić, że w Tczewie nie był przekroczony percentyl 90,1 pyłu PM_{10} natomiast był przekroczony percentyl 97,8 w 2007 i 2009 roku. roku (tab. 35).

Tabela 36. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

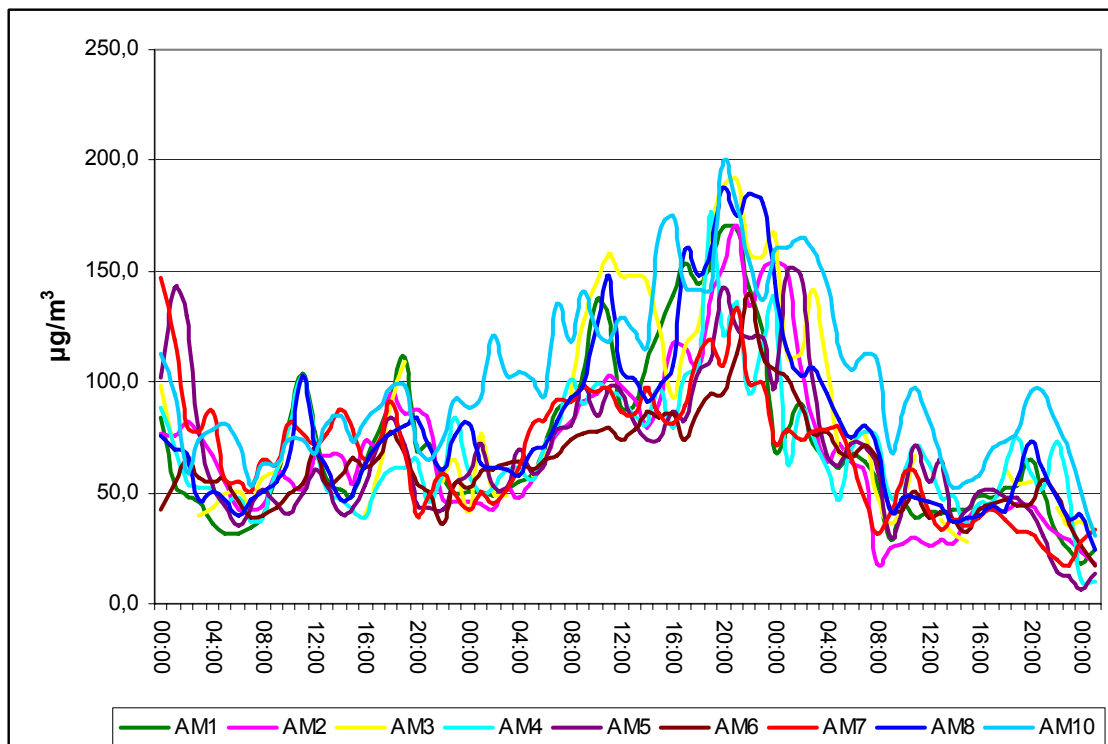
Stacja	Wartość percentyla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
AM7 ul. Targowa Tczew	37,0	24,4	39,3	51,6	37,9	68,3
Dopuszczalny poziom PM_{10} w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	50					

5.5.4 Tlenek węgla

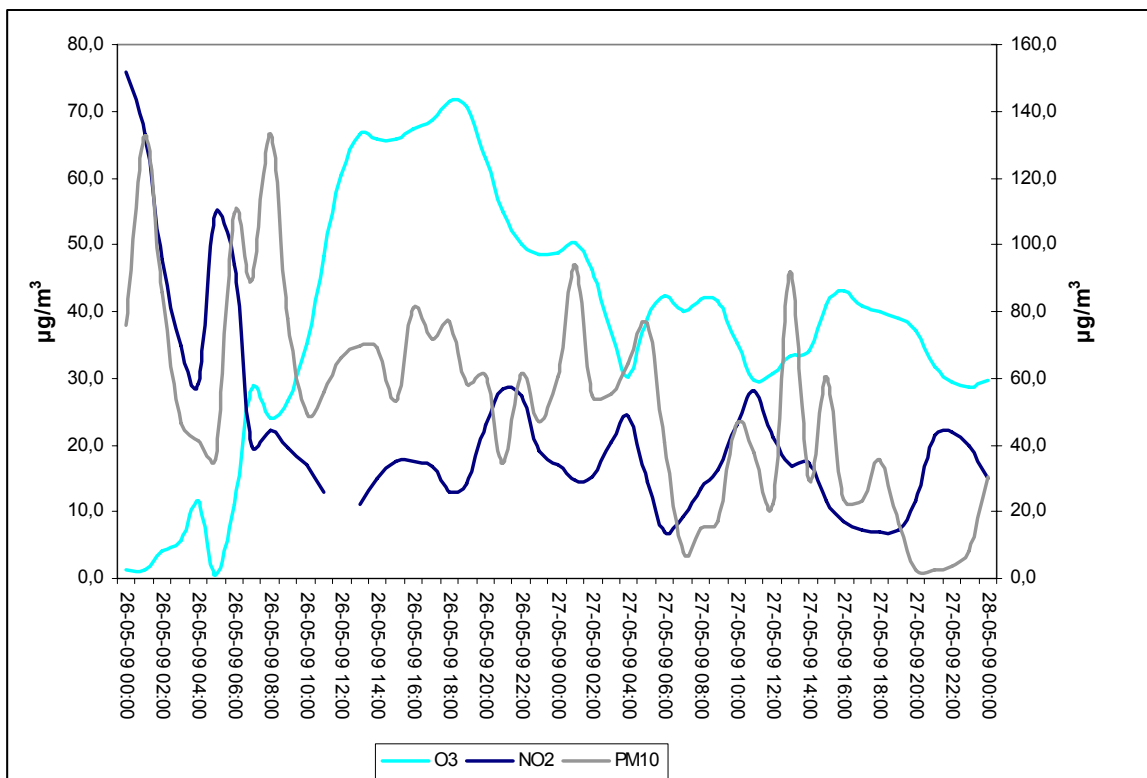
Dla tlenku węgla normowane są poziomy stężenie 8-godzinnych wyliczanych krocąco. Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie w Tczewie wyniosło 24,7 % normy w okresie grzewczym.

5.6 Epizody

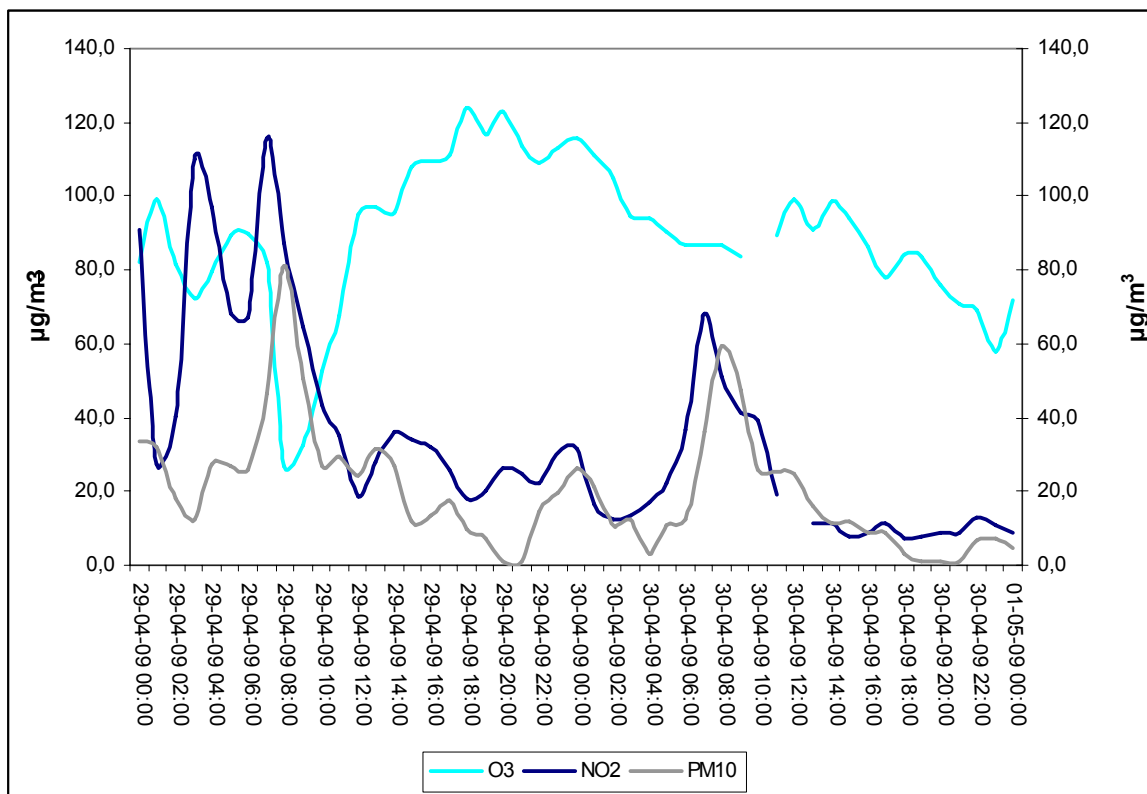
W roku 2009 zaobserwowano kilka dni, w których stężenia substancji osiągały powyżej 50% wartości dopuszczalnej. Takie dni wystąpiły w grudniu, styczniu, lutym oraz kwietniu. Analiza warunków meteorologicznych w tych dniach pokazuje, że sytuacje takie miały miejsce przy niskiej prędkości wiatru oraz niskiej temperaturze lub występującej inwersji.



Ryc.86. Stężenia pyłu PM10 na wybranych stacjach w dniach 20-22.12.2009

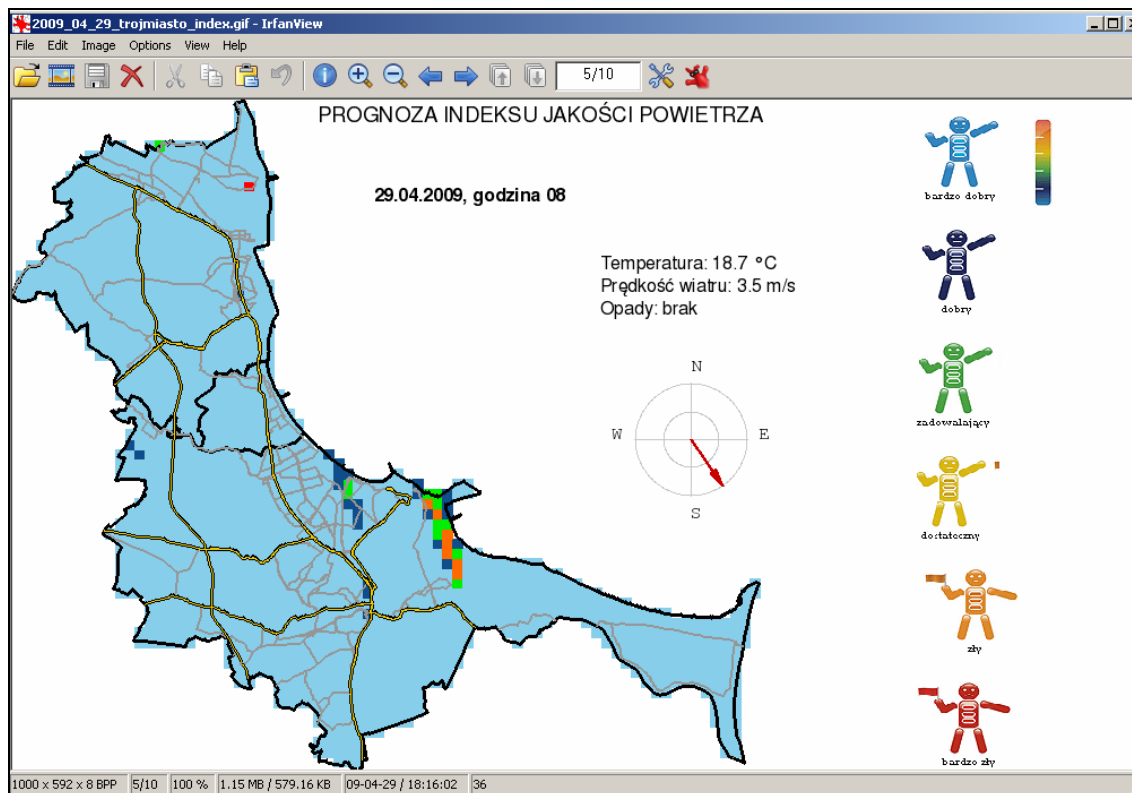


Ryc.87. Stężenia pyłu PM10, NO₂ oraz O₃ na stacji AM8 w dniu 26 -27 maja 2009

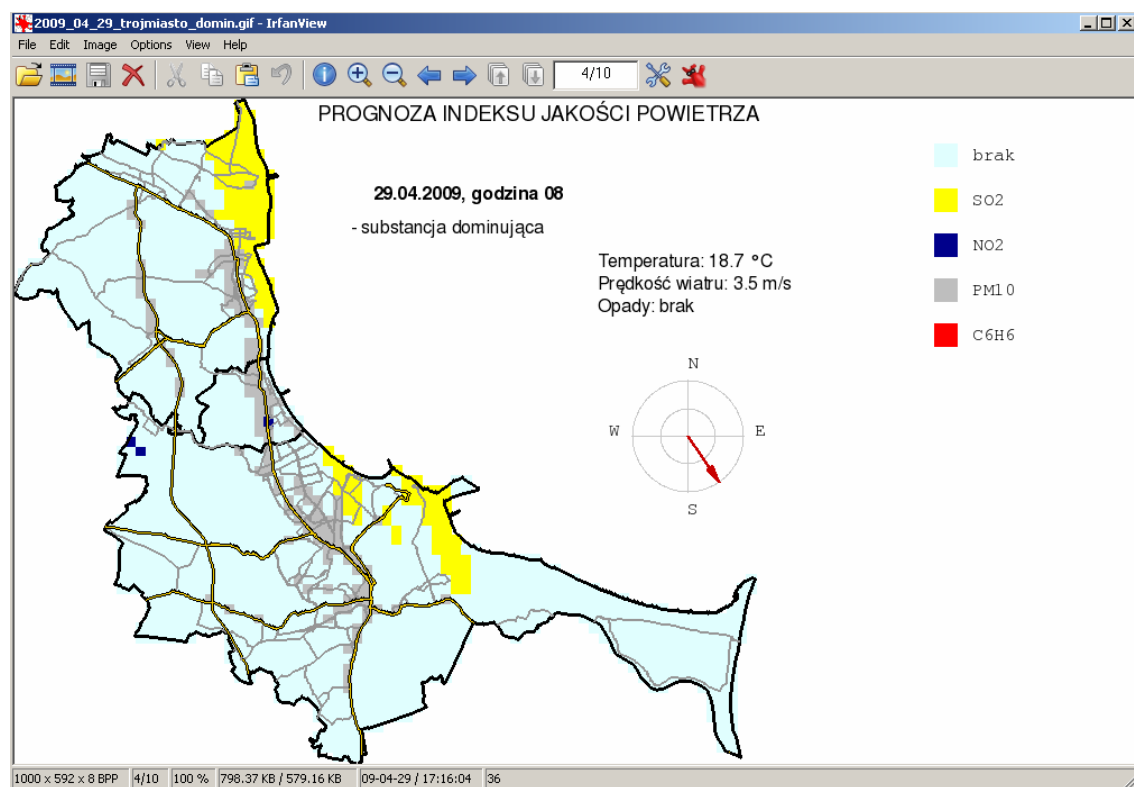


Ryc.88. Stężenia pyłu PM10, NO₂ oraz O₃ na stacji AM8 w dniach 29-30 kwietnia 2009

Wyniki pomiarów w analizowanych dniach porównano z wynikami otrzymanymi z modelowania. Na rycinach przedstawiono wyniki modelowania w analizowanych dniach.



Ryc.89 Prognoza indeksu jakości powietrza 29 kwietnia 2010



Ryc.90 Prognoza indeksu jakości powietrza (substancja dominująca) 29 kwietnia 2010

5.7 Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce

W roku 2009 w Polsce monitoring automatyczny prowadzony był we wszystkich województwach. Wyniki pomiarów oraz podstawowe wielkości statystyczne dostępne na stronach internetowych poszczególnych sieci zestawiono (36).



Ryc.91. Rozmieszczenie stacji automatycznego monitoringu atmosfery w Polsce.

Tabela 37. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń na poszczególnych stacjach monitoringu w Polsce

Stacja	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
Województwo dolnośląskie			
Czarna Góra	*	-	*
Czarniawa	7	6	*
Działoszyn	8	11	*
Dzierżonów	11	17	-
Jelenia Góra -Cieplice	9	17	47
Jeleniów	-	-	-
Legnica	11	-	*
Nowa Ruda	17	-	-
Śnieżne Kotły	5	3	*
Wałbrzych	8	17	*
Wrocław Swojczyce	*	16	*
Wleń	6	7	22
Wrocław - Karłowice	8	28	*
Wrocław – Wiśniowa	-	-	*
Zgorzelec	11	19	-
Województwo lubuskie			
Gorzów Wielkopolski	7,0	18,0	43,0
Smary Bytnickie	2,0	6,0	*
Stacja Mobilna	4,0	19,0	26,0
Słubice	4,0	12,0	15,0
Wschowa	5,0	11,0	*
Zielona Góra	8,0	17,0	*
Województwo małopolskie			
Kraków Al. Krasińskiego	8,0	65,0	-
Kraków Krowodrza	9,0	31,0	50,0
Kraków – Nowa Huta	8,0	30,0	60,0
Nowy Sącz	10,0	20,0	52,0
Olkusz	14,0	24,0	-
Skawina	11,0	25,0	-
Szymbark	4,0	6,0	-
Tarnów	11,0	28,0	-
Trzebina	19,0	20,0	43,0
Zakopane	9,0	19,0	45,0

Województwo lubuskie			
Gorzów Wielkopolski	7,0	18,0	43,0
Smary Bytnickie	2,0	6,0	*
Stacja Mobilna	4,0	19,0	26,0
Słubice	4,0	12,0	15,0
Wschowa	5,0	11,0	*
Zielona Góra	8,0	17,0	*
Województwo opolskie			
Koźle	5,0	19,0	36,0
Opole	6,0	23,0	33,0
Zdzieszowice	5,0	17,0	33,0
Województwo śląskie			
Bielsko –Biała	11,0	26,0	28,0
Bytom ul. Modrzewskiego 5	*	-	*
Chorzów autostrada A4 – węzeł Batory	13,0	48,0	57,0
Cieszyn ul. Mickiewicza	11,0	17,0	31,0
Częstochowa Al. AK/JPII	13,0	-	-
Częstochowa ul. Baczyńskiego 2	10,0	23,0	-
Dąbrowa Górnicza ul. 1000-lecia 25 a	15,0	34,0	-
Gliwice ul. Mewy 34	11,0	26,0	40,0
Katowice ul. Koszutha 6	14,0	24,0	-
Rybnik ul. Borki 37 a	16,0	26,0	44,0
Sosnowiec ul. Narutowicza	-	-	-
Tychy ul. Tolstoja 1	17,0	-	-
Wodzisław Śląski Ul. Gałczyńskiego 1	18,0	24,0	66,0
Zabrze ul. Skłodowskiej 34	16,0	23,0	44,0
Złoty Potok	10,0	-	-
Leśniczówka , Kamienna Góra	-	-	-
Żywiec ul. Słowackiego 2	-	-	-
Województwo wielkopolskie			
Konin ul. Wyszyńskiego	-	-	19,7
Mścigniew gm. Właskowice	1,9	8,6	*
Krzyżówka gm. Witkowo	4,0	11,2	*
Piła ul. Kusocińskiego	2,8	16,8	*
Poznań 2 Ogród Botaniczny	4,6	27,0	29,4
Poznań ul. Polanka	4,7	22,9	30,0

- za mało danych do obliczenia średniej

* zanieczyszczenie nie jest mierzone na stacji

5.8 Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy

W roku 2009 w wielu europejskich sieciach monitoringu automatycznego doskonalono systemy informacji o jakości powietrza. Organizowane spotkania robocze i wymiana informacji poprzez portale internetowe EOINET pozwalały na doskonalenie działania sieci i realizację wymagań systemów zapewnienia jakości.

W roku 2009 spotkanie robocze: **14 th EIONET workshop on Air quality Assessment and Management** odbyło się w Warszawie w dniach 5-6 października. Przedstawione zostały następujące referaty:

- *Results of a quality assurance programme for PM_{2.5}/PM₁₀ carried out by JRC between 2006 and 2009, Claudio Belis (JRC Ispra)*
- *PM_{2.5} health impact assessment based on interpolated maps, Frank de Leeuw (ETC/ACC, PBL)*
- *PM trends in the Netherlands, Jan Matthijssen (PBL)*
- *Effectiveness of European air emission reduction measures, Jeroen Kuenen (ETC/ACC, TNO)*
- *AirWatch: Near real-time data for European-wide air quality indices, Stefan Jensen (EEA)*
- *Summer 2008 ozone report (results only), Libor Cernikovský (ETC/ACC, CHIM)*
- *Eol: current status: what received so far; how successful is submission of historical data, Wim Mol (ETC/ACC, PBL)*
- *AQ in 2007 as seen from Eol and Questionnaire, Edward Vixseboxse (ETC/ACC, PBL)*
- *Overview of SOER2010: Atmospheric Pollution and Urban Environment chapters, Part B, Anke Lükewille (EEA)*
- *Poland's presentation related to SOER Part C, Magdalena Brodowska (Poland)*
- *Norway's presentation related to SOER Part C, Ingrid Strømme (Norway)*
- *Austria's presentation related to SOER Part C, Wolfgang Spangl (Austria)*
- *Germany's presentation related to SOER Part C, Arno Graff (Germany)*
- *Inputs from the PROMOTE / MACC projects (GMES Atmosphere Services), Laurence Rouil (INERIS)*
- *Status FAIRMODE guidance document, use of AQ modelling under AQ directive, Bruce Denby (ETC/ACC, NILU)*
- *Update on the Directive on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe, status of the implementation, Alessandro Bertello, DG ENV)*
- *CAFE/SEIS/INSPIRE project overview, Jean Dusart (JRC Ispra)*
- *Cooperation of EMEP/CCC and EEA on near real-time (NRT) data, Wenche Aas (EMEP/CCC, NILU)*
- *NRT data needs from the pre-operational GMES Atmospheric Core Service, Leonor Tarrasón (ETC/ACC, NILU)*
- *Update on EEA's near real-time data work: ozone, NO₂, PM₁₀, Peder Gabrielsen (EEA)*

Porównanie wyników pomiarów z różnych miast europejskich przedstawiono poniżej:

Tabela 38 Porównanie stężeń średniorocznych i maksymalnych średniodobowych

Substancja	Średnia roczna			Max 24h
	Gdańsk	Paryż	Bristol	Gdańsk
SO ₂	5,2	3,0	2,4	47,6
NO ₂	20,7	40,0	34,7	88,8
PM ₁₀	21,9	29,0	19,4	125,5
O ₃	55,9	36,0	-	134,8*
CO	442,0	-	-	4552,8*
Benzen	1,6	1,3	1,8	5,8

* maksymalne stężenie 8

6. PODSUMOWANIE

Zadania statutowe zostały zrealizowane zgodnie z planem. W roku 2009 procent ważnych danych z większości analizatorów przekraczał znacząco 90%. Osiągnięcie takiego wyniku możliwe było przez zaangażowanie całego zespołu obejmującego wysokospecjalizowaną kadrę, sprawne i kompetentne kierownictwo oraz solidarne finansowanie przez organa samorządu terytorialnego (Założycieli Fundacji) oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.

Zintensyfikowana została działalność informacyjna. Wyniki pomiarów, prognoza oraz informacje o środowisku wyświetlane były na panelach w różnych miejscach publicznych.

Dobra opinia o jakości pracy Fundacji ARMAAG znalazła potwierdzenie w uzyskanej, dotacji z Regionalnego Programu Operacyjnego na realizację projektu [AIRPOMERANIA](#). Drugim projektem, do którego zostaliśmy zaproszeni był projekt CITEAIR II finansowany z instrumentu INTERREGIV C.

W porównaniu z rokiem 2008 jakość powietrza w aglomeracji uległa nieznacznej poprawie.

OPRACOWANIA AUTORSKIE

Istota testu równoważności dla metod pomiarowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym

Jacek Gębicki

Katedra Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Wydział Chemiczny,

Politechnika Gdańska, Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk

jg@chem.pg.gda.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono przyczyny przeprowadzania testów równoważności i występowania różnic wartości stężeń pyłu PM₁₀ uzyskiwanych metodą referencyjną a metodami opartymi na pomiarze „on-site”. Omówiono metodę referencyjną i metody niereferencyjne oznaczania pyłu PM₁₀ w powietrzu. Przeanalizowano testy równoważności (terenowe) przeprowadzane przez Fundację ARMAAG na terenie Trójmiasta. Przedstawiono współczynniki korekcyjne uzyskane na stacjach krajów członkowskich Unii Europejskiej w stosunku do zastosowanych analizatorów „on-site”.

1.Wstęp

Ochrona powietrza jest jednym z najważniejszych elementów europejskiej polityki ekologicznej. W tym zakresie obowiązuje wiele uregulowań prawnych i stosownych dyrektyw [1]. Jednym z najistotniejszych zanieczyszczeń środowiska stanowiących istotne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego jest pył znajdujący się w powietrzu atmosferycznym. Pył klasyfikuje się ze względu na wielkość ziaren. Standardy zanieczyszczeń powietrza odnoszą się zwykle do pyłu o średnicy aerodynamicznej nie przekraczającej 10 µm oznaczanego jako pył „PM₁₀”, pyłu o średnicy równoważnej 2,5 µm oznaczanego jako „PM_{2,5}” i pyłu o średnicy nie przekraczającej 1 µm oznaczanego jako „PM₁”.

Jak wskazują wyniki badań i coroczne oceny jakości powietrza (przeprowadzane przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska), praktycznie tylko ten komponent zanieczyszczenia powietrza dostarcza problemów w zakresie dotrzymywania odpowiednich standardów jakości nie tylko w Polsce, ale również w Europie [2]. Unia Europejska ustanowiła wymagania co do dopuszczalnych stężeń pyłu w powietrzu atmosferycznym i zobowiązała kraje członkowskie do podejmowania skutecznych działań w razie przekraczania dopuszczalnych wartości. Podstawą określenia działań mających na celu redukcję poziomu zanieczyszczeń powietrza jest prowadzenie monitoringu jakości powietrza. W ten sposób ustawodawstwo prawne narzuca konieczność obiektywnego pomiaru ilości pyłu w

powietrzu atmosferycznym. Obowiązujący w Polsce, transponowany z przepisów unijnych, system prawny nakazuje wykonywanie corocznie ocen jakości powietrza atmosferycznego. Ocenę jakości opracowuje Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska co jest wynikiem obowiązku jaki nakłada na niego art. 89 i 90 Prawo Ochrony Środowiska [3]. Na podstawie analizy wyników uzyskanych z monitoringu wyznaczane są strefy, w których jakość powietrza jest niezadowalająca. Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska przekazuje ocenę Marszałkowi Województwa, który to, jeżeli przekraczane są standardy jakości powietrza, uruchamia programy ochrony powietrza. Wymaga się, aby w strefach, gdzie przewiduje się wysokie poziomy stężeń zanieczyszczeń prowadzone były pomiary realizowane na stałych stanowiskach i wysokiej jakości. Oznacza to, iż powinny być tam wykorzystywane pyłomierze pracujące według metody referencyjnej lub posiadające świadectwo równoważności z tą metodą [4].

2. Metody referencyjne i niereferencyjne oznaczania pyłu PM10

Obowiązującą w Polsce metodą referencyjną oznaczania poziomów stężeń pyłu PM10 w powietrzu atmosferycznym określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17.12.2008 [5]. Zgodnie z tym rozporządzeniem metodą referencyjną jest metoda manualna wagowa opisana w normie PN-EN 12341. Pomiar tą metodą daje stężenie pyłu uśrednione w ciągu 24 godzin, przy czym wyniki pomiaru nie są dostępne natychmiast (filtr z zawartym pyłem poddawany jest w laboratorium stabilizacji w ustalonych przez normę warunkach temperatury i wilgotności). Z wielu względów potrzebny jest także pomiar dający stężenie uśrednione w krótszym okresie czasu (np. 1 godziny) i dostępny niemal natychmiast. Taki pomiar nazywany jest pomiarem ciągłym „on-site”. Powszechnie stosowanymi analizatorami ciągłymi są : analizator Eberline (metoda pomiarowa oparta na absorpcji promieniowania beta) i analizator TEOM (metoda pomiarowa oparta na zmianie częstotliwości wagi oscylacyjnej). Jak do tej pory, niewiele stacji pomiarowych dysponuje referencyjną aparaturą pomiarową w zakresie pomiaru stężeń pyłu w powietrzu. W związku z tym, w procesie oceniania jakości powietrza wykorzystywane są również wyniki ze stanowisk mierzących stężenia pyłu PM 10 metodami automatycznymi nie wymienianymi jako referencyjne. Dokładność i stabilność takich pomiarów zależy od

wielu czynników. Zmiany masy pyłu spowodowane są procesami fizykochemicznymi i chemicznymi takimi jak:

- desorpcja pary wodnej,
- absorpcja pary wodnej z powietrza (trwałe wiązanie pyłu z wodą – hydratacja),
- rozkład chemiczny substancji wchodzących w skład pyłu poprzez ulatnianie się,
- reakcje chemiczne tworzące substancje stałe (np. tworzenie się soli).

Wszystkie te procesy są zależne od temperatury. W przyrządach do pomiaru „on-site” zasysane powietrze i filtr ze zgromadzonym na nim pyłem są podgrzewane do stałej ale wyższej niż otoczenie temperatury. Takie postępowanie powoduje najczęściej ubytek masy pyłu, wskutek czego wskazania przyrządów pomiarowych są niższe niż wynik pomiaru uzyskany metodą referencyjną. Różnica ta sięga niekiedy, aż 47% i zależy od składu pyłu, miejsca pomiaru, warunków metrologicznych, pory roku oraz metody pomiaru. W celu wykazania równoważności wyników uzyskanych metodą referencyjną i przyrządami do pomiaru „on-site” stosuje się korekcje wskazań w przypadku tych drugich poprzez zastosowanie równania korekcyjnego, bądź współczynnika korekcyjnego. W tabeli 1 przedstawiono wyznaczone wartości współczynników korekcyjnych dla obu analizatorów: Eberline i TEOM z wybranych stacji krajów członkowskich przekazujących informacje o stanie jakości powietrza do sieci AirBase [6-8].

Tabela 1. Współczynniki korekcyjne wyznaczone dla analizatorów Eberline i TEOM z wybranych stacji przekazujących dane do sieci AirBase.

Państwo	Analizator Eberline	Analizator TEOM
Austria	1,18-1,3	1,16-1,3
Belgia	1,37	1,47
Estonia	1,15	-
Niemcy	1,0-1,3	1,0-1,3
Dania	-	1,23-1,36
Hiszpania	0,84-1,3	1,0-1,3
Węgry	1,0-1,31	-
Włochy	-	1,3
Litwa	1,3	-
Luksemburg	-	1,2
Holandia	1,33	-
Norwegia	-	1,1
Portugalia	1,11-1,18	1,1-1,2
Szwajcaria	-	1,12-1,3
Szwecja	-	1,1-1,3
Słowacja	-	1,3
Wielka Brytania	-	1,3

Dlatego waga pomiarów porównawczych w systemach jakości sieci monitoringowych przy wyznaczaniu tych współczynników jest nie do przecenienia. Reperkusje jakie mogą pociągnąć za sobą błędnie wykonane pomiary stężeń mogą skutkować w dwojaki sposób. Z jednej strony, jeżeli rezultaty badań będą zaniżone, narażą ludność na przebywanie w środowisku o pogorszonych standardach jakości, co w efekcie końcowym może się przełożyć na zdrowie społeczeństwa. Z drugiej strony, gdy je zawyżą, doprowadzą do opracowania odpowiednich programów naprawczych mogących pociągać za sobą określone, negatywne skutki ekonomiczne.

3. Testy równoważności prowadzone przez Fundację ARMAAG

Zgodnie z już cytowaną Dyrektywą 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w załączniku VI można przeczytać, że Państwa członkowskie mogą zastosować każdą inną metodę, jeżeli potrafią wykazać, iż daje ona równoważne wyniki w porównaniu z metodą referencyjną. Problem polega na tym, że zarówno w normie PN-EN 12341:2006 jak i normie PN-EN 14907:2005 (Jakość powietrza atmosferycznego- Standardowa grawimetryczna metoda oznaczania frakcji masowej PM_{2,5} pyłu

zawieszonego) nie ma właściwie informacji jak postępować aby wykazać równoważność przyrządów pomiarowych „on-site” z metodą referencyjną. Jedynie w tym drugim dokumencie (PN-EN 14907:2005) jest wzmianka o nienormatywnym przewodniku „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods. EC Working Group on Guidance for the Demonstration of Equivalence” [9], w którym można znaleźć zalecenia i sposób postępowania w celu wykazania równoważności obu metod. Test równoważności oparty jest na teście terenowym polegającym na umieszczeniu na określony czas obok siebie analizatorów: referencyjnego i niereferencyjnego i porównaniu otrzymanych wyników. Jeżeli metoda niereferencyjna da wyniki różniące się od wyników metody referencyjnej nie więcej niż o określoną statystycznie niepewność wówczas można uznać że spełnia warunki równoważności w przeciwnym wypadku przy pomocy testów statystycznych należy oszacować współczynnik korekcyjny.

Fundacja ARMAAG jako jedna z nielicznych w Polsce instytucji informujących społeczeństwo o jakości powietrza podjęła testy terenowe w Trójmieście w celu wykazania równoważności jak i zapewnienia odpowiedniej jakości wyników otrzymywanych metodami „in-situ”. Obecnie trwa trzecia roczna kampania pomiarowa porównująca wyniki otrzymywane metodą referencyjną z metodami „in-situ”. Uzyskane wyniki potwierdzają, że stężenia pyłu PM₁₀ uzyskane metodami „in-situ” są średnio niższe niż uzyskane w tym samym czasie wyniki stężenia pyłu z metody referencyjnej. Rozbieżności szczególnie widoczne są w porze zimowej, gdzie konieczne jest zastosowanie współczynnika korekcyjnego, w porze letniej współczynnik korekcyjny używa się tylko w stosunku do analizatora TEOM [10].

4. Podsumowanie

Stosowanie metod „in-situ” w pomiarze pyłu PM₁₀ i wiarygodne informowanie społeczeństwa o poziomie stężeń tego komponenta w powietrzu wymaga przeprowadzenia testów równoważności z metodą referencyjną w celu wykazania równoważności lub jego braku i określenie wartości współczynnika korekcyjnego. Mimo braku jasnych i spójnych wytycznych dotyczących sposobu przeprowadzenia takiego testu (w ustawodawstwie polskim) Fundacja ARMAAG opierając się o nienormatywny przewodnik unijny przeprowadza testy równoważności (terenowe) uzyskując w ten sposób cenne informacje z przeprowadzanych kampanii pomiarowych. Duży stopień zaawansowania prowadzonych testów równoważności

jak i współpraca z Wojewódzkimi Inspektorami Ochrony Środowiska i ścisła współpraca z Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska może zaowocować wypracowaniem wspólnego programu przeprowadzanych takich testów o ściśle zdefiniowane kryteria i warunki. Ujednolicenie tych zasad ułatwi w przyszłości na terenie naszego kraju przeprowadzenie testów równoważności i spełni zalecenie unijnie co do zastosowania takiej metodyki w danym kraju członkowskim która, potrafi wykazać, iż daje ona równoważne wyniki w porównaniu z metodą referencyjną.

5. Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r.
- [2] D.Harrison, „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter”, 2006.
- [3] Dz.U. 2008 nr 25 poz.150
- [4] Wskazówki do oceny wstępnej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, lipiec 2009 r
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2008 r. (Dz. U. 2009 nr 5 poz. 31).
- [6] F.de Leeuw, „PM₁₀ measurement methods and correction factors in AirBase 2004 status report”, ETC/ACC 2005.
- [7] E.Buijsman, F.de Leeuw, „Correction factors and PM₁₀ measurements in AirBase”, ETC/ACC 2004.
- [8] S.Larssen, F.de Leeuw, „PM₁₀ and PM_{2,5} concentrations in Europe as assessed from monitoring data reported to AirBase”, ETC/ACC 2007.
- [9] Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods. EC Working Group on Guidance for the Demonstration of Equivalence, 2005.
- [10] Stan Zanieczyszczenia Powietrza Atmosferycznego w Aglomeracji Gdańskiej i Tczewie w roku 2008 i informacja o działalności Fundacji ARMAAG, Raport 2008.

Recenzja pracy pt.:

Istota testu równoważności dla metod pomiarowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym

Autor: Jacek Gębicki

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) szacuje, że około 30% chorób dróg oddechowych związana jest z ekspozycją osób na duże stężenia pyłów, szczególnie pyłów, których średnica jest mniejsza niż 10 μm , mogących przenikać do górnych dróg oddechowych wraz z wdychanym powietrzem [1]. W skali globalnej z tego powodu umiera ponad 0,5 miliona ludzi [2]. Dlatego też przeprowadzanie wiarygodnych pomiarów stężenia najbardziej szkodliwych pyłów: PM₁₀, PM_{2.5} i PM₁ w ramach monitoringu jakości powietrza jest zagadnieniem bardzo aktualnym zarówno w Polsce jak i na świecie. W wielu miejscach kraju dochodzi ciągle do przekroczeń wartości normatywnych. Stosowanie dotychczasowych metod pomiarowych przez jednostki zajmujące się monitoringiem na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej wymaga wykazania ich zgodności z odpowiednią metodą referencyjną.

Do tej pory brak w krajowej literaturze wytycznych dotyczących sposobu przeprowadzania testów równoważności dla metod stosowanych w trybie „on-site” do pomiarów stężenia pyłu z metodami referencyjnymi. Recenzowana praca dotyczy przedstawienia istoty testu równoważności dwóch aktualnie stosowanych przez Agencję Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej (ARMAAG) metod do pomiaru pyłu metod pomiarowych (z wykorzystaniem pyłomierza beta oraz mikrowagi oscylacyjnej - analizator TEOM), z manualną metodą referencyjną według zalecaną przez PN-EN 12341.

Autor w sposób konsekwentny i przejrzysty przedstawił istotę konieczności przeprowadzania testu równoważności metod pomiarowych stosowanych do oznaczania pyłu zawieszonego, podkreślając przy tym pionierskie działania w tym zakresie Fundacji ARMAAG. Można mieć nadzieję, że prace te w niedługim czasie doprowadzą do ujednolicenia zasad przeprowadzania takich pomiarów na terenie całego kraju. Jednak z przeprowadzonych do tej pory badań wynikają rozbieżności pomiędzy wynikami uzyskanymi metodą referencyjną a metodami przeprowadzanymi w trybie „on-site”, szczególnie w okresie zimowym. Interesujące są przyczyny takich rozbieżności ale być może jeszcze za wcześnie na takie wnioski.

Jedynie zastrzeżenia dotyczą użytych sformułowań, które nie zawsze są ściśle lub precyzyjne. Przed ostateczną formą publikacji proponuję uwzględnić następujące zmiany:

1. zmienić dotychczasowy tytuł na „Istota testu równoważności metod pomiarowych stosowanych do oznaczania pyłu PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym”,
2. zmienić zdanie „Pył klasyfikuje się ze względu na wielkość ziaren” na „Podstawową klasyfikacją pyłów jest ich podział ze względu na wielkość ziaren”

3. zmienić sformułowanie „dostarcza problemów” (l.9 od dołu, s.1) na „tworzy problemy
4. zmienić sformułowanie „w razie przekraczania dopuszczalnych wartości” na „w przypadkach gdy dochodzi do przekraczania dopuszczalnych wartości” (l. 6 od dołu, s.1)
5. zmienić fragment „ który to, jeżeli przekraczane są” na „który w przypadku gdy przekraczane są ” (l. 4. od góry, s.2)
6. mało precyzyjne jest przedostanie zdanie wstępu na s. 2. Proszę sprecyzować co należy rozumieć przez „stałe stanowiska” i „wysokiej jakości” ,
7. zmienić 3 zdanie z rozdziału 2, s.2 , na ” W wyniku pomiaru przeprowadzonego taką metodą uzyskuje się wartości stężenia”, zmienić też w „ciągu 24 godzin” na „w okresie 24 godzin”
8. zmienić sformułowanie „reakcje chemiczne tworzące.....” na „reakcje chemiczne w wyniku których powstają.....”, l.1. s. 3
9. Zmienić sformułowanie „Dlatego waga pomiarów.....” na „Z wyżej wymienionych względów waga pomiarów.....”
10. zmienić ostatnie zdanie na s. 3 na „Konsekwencje jakie mogą pociągnąćmogą być dwojakie”
11. zmienić pierwsze zdanie na s.4 na „Z drugiej strony gdy wyniki będą zawyżone.....”
12. zmienić „czas” na „okres” l. 15, s.4
13. zmienić wyraz „da wyniki” na „generuje wyniki”, l.17, s. 4
14. zmienić fragmenty zdania l.5, od dołu s.4 z „są średnio niższe „ na generalnie niższe” oraz
15. zmienić „współczynnik korekcyjny używa się na „współczynnik korekcyjny stosuje się” l.2 od dołu s. 4

W tabeli 1 (nie tylko w tekście) należy również podać źródło, z których pochodzą wartości cytowanych współczynników korekcyjnych.

Inne drobne uwagi redakcyjne zaznaczone zostały bezpośrednio w manuskrypcie.

Wniosek końcowy:

Przedstawiona praca dotyczy aktualnego zagadnienia jakim jest równoważność aktualnie stosowanych metod do pomiarów pyłu PM10 z obowiązującą w kraju metodą referencyjną. Jej odbiorcami mogą być zarówno jednostki zajmujące się monitoringiem powietrza ale również szerokie grono osób zajmujących się ochroną środowiska.

[1] World Health Organization (WHO), 2000, Air Quality Guidelines for Europe> WHO Regional Publications, European series No. 91, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen

[1] Air Quality Expert Group (AQEG), 2005, Particulate matter In the United Kingdom_Summary, Department for the Environment, Food and Rural Affairs, Nobel House, 17 Smith Square, London

Węgiel organiczny i elementarny w PM₁₀-marker zanieczyszczenia powietrza w Trójmieście

**dr Anita Lewandowska
Instytut Oceanografii
Zakład Chemii Morza
i Ochrony Środowiska Morskiego
Uniwersytet Gdański**

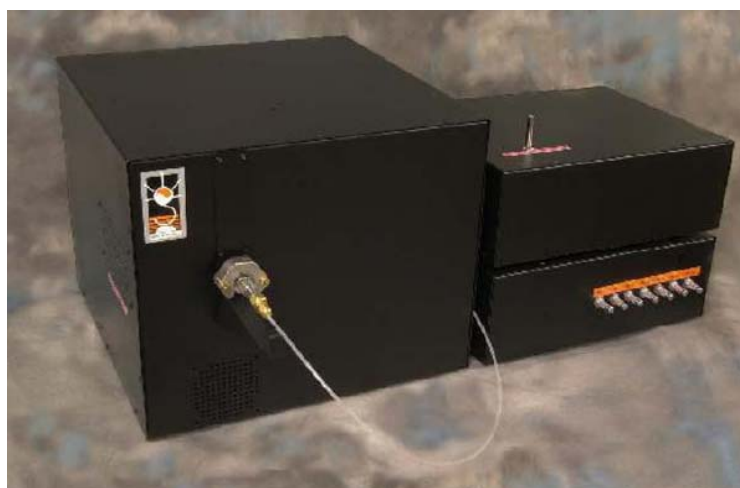
Jednym ze składników pyłu, będącym rezultatem niepełnego spalania paliw kopalnych (z ruchu ulicznego, przemysłu i ogrzewania domów, spalania odpadów) oraz spalania biomasy jest węgiel elementarny (EC). EC w zanieczyszczonej atmosferze większych miast pochodzi głównie z emisji z silników diesla, nie ulega dalszym transformacjom i jest traktowany jako bezpośredni wskaźnik stopnia zanieczyszczenia atmosfery i nasilenia ruchu ulicznego. Obok węgla elementarnego w PM₁₀ obecny jest węgiel organiczny, który może pochodzić ze źródeł pierwotnych i wtórnych, np. procesów spalania, w tym spalania benzyny bezołowiowej, biomasy i aktywności rolniczej (palenie traw, spalanie kompostu itd.). Węgiel organiczny może być ponadto emitowany do atmosfery jako zarodniki roślin, pyłki kwiatowe czy organiczne cząstki z gleby. Wtórne procesy emisji OC do atmosfery to konwersja gazów w cząstki (dotyczy związków organicznych o niskiej prężności pary), kondensacja lotnych związków organicznych oraz fizyczna i chemiczna adsorpcja. Cząstki węglowe (TC) są jednymi z ważniejszych składników aerozoli atmosferycznych ze względu na właściwości optyczne, atmosferyczny czas życia i predyspozycje do tworzenia jąder kondensacji chmur. Stanowią one od 35 do 50 % PM₁₀ i nawet do 80 % PM_{2,5} (Seinfeld i Pandis, 1998, Koulouri i in., 2008).

Nie mniej ważne są właściwości organicznej frakcji węgla zawartego w aerozolach, do rozpraszania promieniowania słonecznego, a węgla elementarnego do pochłaniania energii w atmosferze (Seinfeld i Pandis, 1998). Szacuje się, że jeśli w skali globalnej w aerozolach będzie dominować węgiel elementarny, to zmniejszy się albedo aerozoli (przy średniej grubości optycznej 0,125) z 0,95 do 0,75. Wówczas wypadkowy wpływ aerozoli na promieniowanie zmieni się z ochładzającego o 1,2 °C na ogrzewający o 0,5 °C. Z drugiej strony, jeśli w aerozolach będą dominować siarczany i węgiel organiczny, może dochodzić do ochłodzenia, równoważąc w skali globalnej wpływ, jaki na ocieplenie klimatu wywiera CO₂ (-1W m⁻²). To wyraźnie wskazuje, że produkcja aerozoli antropogenicznych może maskować

wpływ gazów cieplarnianych (Houghton, 1995). Ocenia się, że nad Europą efekt ochłodzenia klimatu może być bardzo wysoki ze względu na regionalne maksima stężeń aerozoli antropogenicznych (Charlson i in., 1991).

Pomiary węgla w aerozolach PM 10 prowadzono w roku 2008 i 2009 na dachu budynku Instytutu Oceanografii, gdzie od kilkunastu już lat istnieje stacja badawcza Pracowni Chemii Atmosfery Instytutu Oceanografii UG. Do zbierania próbek użyty został certyfikowany pobornik LVS 3 firmy Atmoservice, zgodny z normą CEN 12341. Próbki pobierano na filtry kwarcowe Whatman Q-MA o średnicy 47 mm i średnicy porów $2,2\text{ }\mu\text{m}$. Każdy sączonek przed założeniem w aspiratorze wyprażony był w piecu muflowym przez 8 godzin w temperaturze 550°C , a następnie zważony na wadze analitycznej z dokładnością do minimum 5 miejsc po przecinku. Po aspiracji powietrza każdy sączonek był ważony powtórnie, co umożliwiło określenie masy PM 10.

Do analizy węgla całkowitego (TC), elementarnego (EC) i organicznego (OC) w aerozolach użyto analizator termo-optyczny produkcji Sunset Laboratory Inc., USA (Fot.).



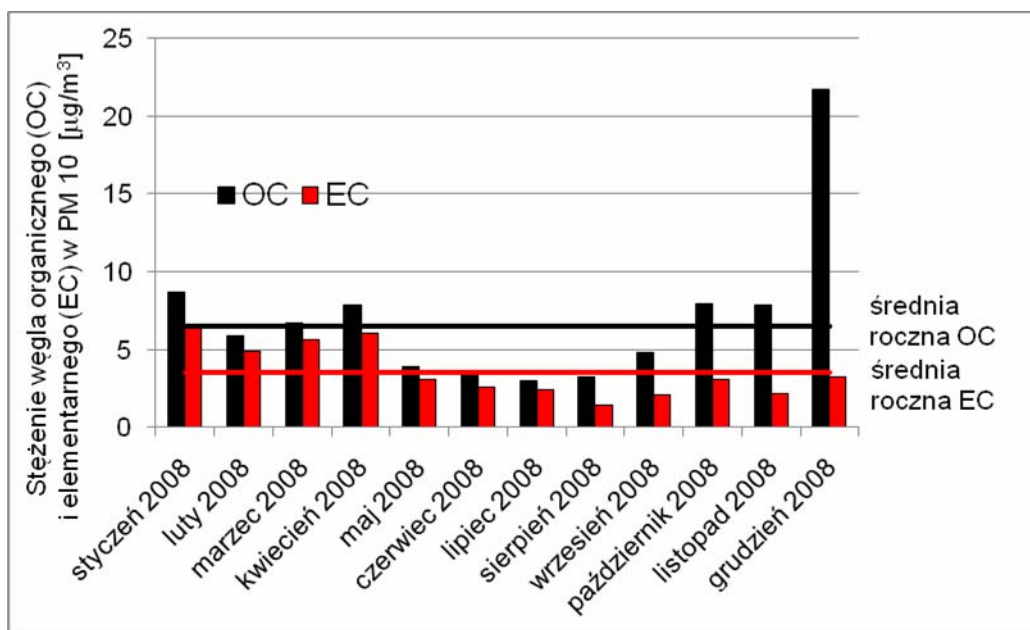
Fot. Analizator termo-optyczny wykorzystany w pomiarach węgla w PM 10 (źródło: materiały własne Sunset Laboratory Inc.)

Metoda termo-optyczna umożliwia selektywne oznaczanie stężeń różnych form węgla w aerozolach z dokładnością do $1\text{ }\mu\text{g C}$ w metrze sześciennym powietrza. W pierwszym etapie analizy lotne związki organiczne są utleniane do ditlenku węgla, który po redukcji do metanu jest oznaczany za pomocą detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID). Drugim etapem analizy, podczas którego jest oznaczany węgiel elementarny, jest obniżenie temperatury komory spalania, wprowadzenie tlenu i powtórne podgrzanie do 750°C . Metoda ta umożliwia oznaczenie $1\text{ }\mu\text{g/m}^3$ węgla elementarnego, przy pobieraniu próbki powietrza z wydajnością około $2\text{ m}^3/\text{h}$ (Schmid i in., 2001; Schauer i in., 2003; ten Brink i in., 2004). Analizator termo-optyczny jest pierwszym tego typu analizatorem w Polsce (3 w Europie

wschodniej i centralnej) i spełnia wymogi wszystkich protokołów: NIOSH 5040, EPA STN, IMPROVE i EUSSAR.

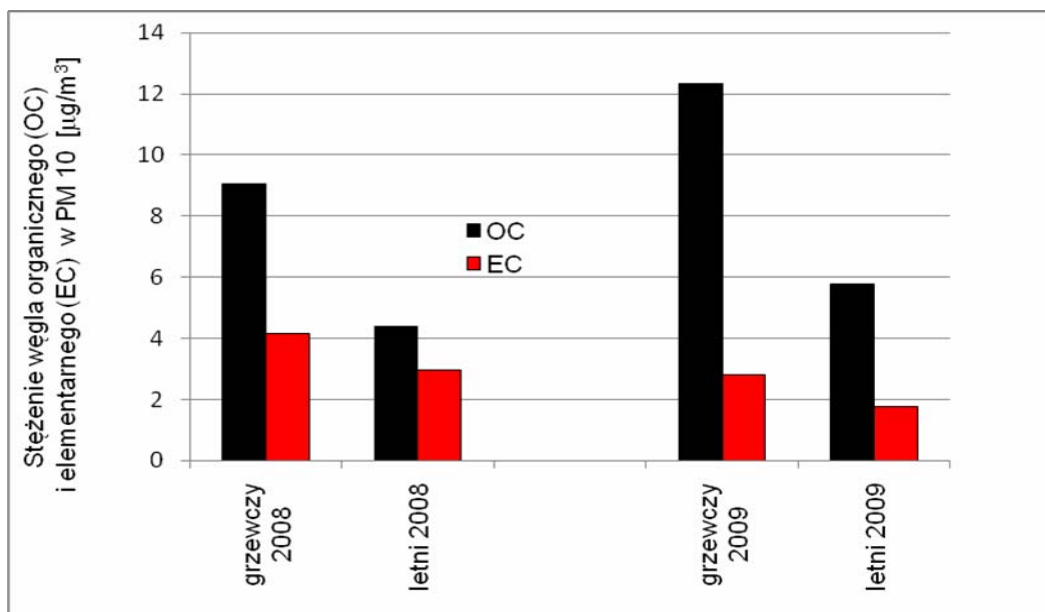
Wyniki

Stężenie węgla organicznego (OC) w PM 10 w roku 2009 wynosiło średnio 9,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,83 - 45,98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i było o ponad 30 % wyższe niż w roku 2008 (6,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). W przypadku węgla elementarnego stwierdzono odwrotną tendencję. W roku 2009 średnie stężenie tej frakcji węgla było na poziomie 2,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,01 – 8,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i było niższe o około 30 % w stosunku do roku 2008 (3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Węgiel stanowił prawie 50 % całkowitej masy PM 10 (47,4%), przy czym dominowała frakcja węgla organicznego (36,6%) nad frakcją węgla elementarnego (10,8%). Udział węgla elementarnego był wyższy w pierwszej połowie 2008 roku, a udział węgla organicznego wyraźnie wzrastał w chłodnych miesiącach 2008 roku (Rys. 1).



Rys.1 Zmienność stężenia węgla organicznego (OC) i elementarnego (EC) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w PM 10 w poszczególnych miesiącach 2008 roku

Bez względu na frakcję węgla wyższe stężenia obserwowano w sezonie grzewczym, zarówno w roku 2008 jak i 2009 (Rys. 2).



Rys.1 Zmienność stężenia węgla organicznego (OC) i elementarnego (EC) [mg/m³] w PM 10 w sezonie grzewczym i letnim w latach 2008 i 2009

Literatura:

Charlson R.J., Langner J., Rodhe H. Leovy C.B., Warren S.G., 1991: Perturbation of the northern hemisphere radiative balance by backscattering from anthropogenic sulphate aerosols, *Tellus*, 43AB, 152-163.

Houghton J.T., 1995: *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate, Aerosols*, 3, Cambridge University Press, Cambridge.

Koulouri E. , S. Saarikoski, C. Theodosi, Z. Markaki, E. Gerasopoulos, G. Kouvarakis, T. Mäkelä, R. Hillamo, N. Mihalopoulos, 2008: Chemical composition and sources of fine and coarse aerosol particles in the Eastern Mediterranean, *Atmos. Environ.*, 42 (26), pp.6542-6550.

Schauer J.J., Mader B.T., Deminter J.T., Heidemann G., Bae M.S., Seinfeld J.H., Flagan R.C., Cary R.A., Smith D., Huebert B.J., Betram T., Howell S., Kline J.T., Quinn P., Bates T., Lim H.J., Yu J.Z., Yang H., Kaywood M.D., 2003. Ace-asia intercomparison of a thermal-optical method for the determination of particulate-phase organic and elemental carbon. *Environ. Sci. Techn.* 37, 993–1001.

Schmid H., Laskus L., Abraham H.J., Baltensperger U., Lavansky V., Bizjak M., Burba P., Cachier H., Crow D., Chow J., Gnauk T., Even A., ten Brink H.M., Giesen K.-P., Hitzenberger R., Hueglin C., Maenhaut W., Pio C., Putaud J.-P., Toom-Sauntry D., Puxbaum H., 2001. Results of the “carbon conference” international aerosol carbon round robin test stage 1. *Atmos. Environ.*, 35, 2111–2121.

Seinfeld J. H., S. N. Pandis: *Atmospheric chemistry and physics from air pollution to climate change*, Wiley Interscience Publication 1998, pp. 1326.

ten Brink H., Maenhaut W., Hitzenberger R., Gnauk T., Spindler G., Even A., Chi X., Bauer H., Puxbaum H., Putaud J.-P., Tursic J., Berner A., 2004. INTERCOMP2000: the comparability of methods in use in Europe for measuring the carbon content of aerosol. *Atmos. Environ.* 38, 6507–6519.

SIPS TABEL

Tabela 1. Adresy stacji pomiarowych ARMAAG i zakres pomiarowy w roku 2009

Tabela 2. Ilość ważnych danych [%] dla sezonu letniego 2009 w zwalidowanej serii rocznej

Tabela 3. Ilość ważnych danych [%] dla sezonu grzewczego 2008 w zwalidowanej serii rocznej

Tabela 4. Kompletność serii pomiarowych ditlenku siarki w roku 2009

Tabela 5. Stężenia ditlenku siarki średniookresowe i średnioroczne

Tabela 6. Maksymalne stężenia ditlenku siarki średniodobowe

Tabela 7. Maksymalne stężenia 1-godzinne ditlenku siarki

Tabela 8. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2009

Tabela 9. Stężenia ditlenku azotu średniookresowe i średnioroczne

Tabela 10. Maksymalne stężenia dwutlenku azotu 1-godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Tabela 11. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Tabela 12. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM_{10} w roku 2009

Tabela 13. Stężenia pyłu PM_{10} średniookresowe i średnioroczne

Tabela 14. Maksymalne stężenia pyłu PM_{10} średniodobowe

Tabela 15. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2009

Tabela 16. Maksymalne stężenia tlenku węgla 8-godzinne kroczące

Tabela 17. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2009

Tabela 18. Maksymalne wartości stężeń ozonu 8-godzinnych w roku 2008

Tabela 19. Maksymalne wartości stężeń ozonu 1h w roku 2009

Tabela 20. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2009

Tabela 21. Stężenia węglowodorów aromatycznych

Tabela 22. Wartości stężeń amoniaku średniorocznych i maksymalnych w roku 2009

Tabela 23. Sprawność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela 24. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w sezonie grzewczym i letnim

Tabela 25. Wartości ekstremalne średniodobowe wybranych parametrów meteorologicznych w sezonie

Tabela 26. Średnie miesięczne i roczne temperatury w [$^{\circ}\text{C}$] powietrza na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela 27. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza [$^{\circ}\text{C}$]

na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela 28. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej [%]

na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela 29. Maksymalne i minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego [hPa]

na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela 30. Maksymalne terminowe prędkości wiatrów na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Tabela.31 Suma opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach [mm]

Tabela. 32 Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych w latach 2007-2009

Tabela 33. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

Tabela 34. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

Tabela 35. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

Tabela 36. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM_{10}

Tabela 37. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń na poszczególnych stacjach monitoringu w Polsce

Tabela 38 Porównanie stężeń średniorocznych i maksymalnych średniodobowych

SPIS RYCIN

- Ryc.1. Rozmieszczenie stacji ARMAAG
- Ryc.2. Analizator pyłu $PM_{2,5}$ - BAM
- Ryc.3. Statystyki odwiedzin strony www.armaag.gda.pl
- Ryc.4. Lokalizacji paneli informacyjnych w sieci EnviroNet
- Ryc. 5. Projekt prezentacji na panelu na Politechnice Gdańskiej
- Ryc.6. Widoki paneli w różnych lokalizacjach
- Ryc.7. Materiały konferencyjne i skład Komitetu Honorowego
- Ryc.8. Docelowa sieć automatycznego monitoringu powietrza w województwie pomorskim
- Ryc.9. Przestrzenna architektura planowanego systemu.
- Ryc.10. Podpisanie umowy na realizację projektu **AIRPOMERANIA**
- Ryc.11. Struktura kosztów Fundacji.
- Ryc.12. Udział donatorów w kosztach Fundacji ARMAAG
- Ryc.13. Stężenia ditlenku siarki w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.14. Stężenia ditlenku siarki w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.15. Stężenia ditlenku siarki średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.16. Maksymalne średniodobowe stężenia ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.17. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdańsku [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.18. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach w Gdyni i Sopocie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.19. Przeciętne przebiegi stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacji w Tczewie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc. 20. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń ditlenku siarki w określonych przedziałach stężeń
- Ryc. 21. Maksymalne wartości stężeń 1-godzinnych ditlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc.22. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń ditlenku siarki w określonych przedziałach stężeń
- Ryc. 23. Stężenia ditlenku azotu w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc. 24. Stężenia ditlenku w sezonie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc. 25. Stężenia ditlenku azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc. 26. Maksymalne stężenia ditlenku azotu 1-godzinne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- Ryc. 27. Częstość występowania uśrednionych 1h stężeń ditlenku azotu w określonych przedziałach stężeń
- Ryc.29. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Ryc. 30. Stężenia pyłu PM_{10} w sezonie grzewczym [$\mu g/m^3$]

Ryc. 31. Stężenia pyłu PM_{10} w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]

Ryc.32. Stężenia pyłu PM_{10} średnioroczne [$\mu g/m^3$]

Ryc. 33. Maksymalne stężenia pyłu PM_{10} średniodobowe w okresie grzewczym i letnim

Ryc.34. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń pyłu PM_{10} w roku 2009 [$\mu g/m^3$]

Ryc. 35. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{10} w określonych przedziałach stężeń

Ryc. 36. Maksymalne stężenia tlenku węgla 8-godzinne kroczące [$\mu g/m^3$]

Ryc.37. Przebiegi stężeń tlenku węgla 8h kroczących w stacjach sieci ARMAAG [$\mu g/m^3$]

Ryc. 38. Częstość występowania 8-godzinnych stężeń kroczących tlenku węgla w określonych przedziałach wartości

Ryc.39. Maksymalne stężenia ozonu 8-godzinne kroczące w sezonach letnim i grzewczym [$\mu g/m^3$]

Ryc.40. Przebiegi dobowe stężeń ozonu 8-godzinnych kroczących w poszczególnych miesiącach roku 2009

Ryc.41. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2009 w odniesieniu do wartości 8-godzinnych kroczących

Ryc.42 Mapy stężeń ozonu - ilość dni z przekroczeniami powyżej progu informowania

Ryc. 43 Przykładowe mapy prognozowania stężeń ozonu

Ryc.44. Przebieg zmian stężeń toluenu i ksylenów w dniach 01-03.06.2009

Ryc.45. Przebieg zmian stężeń średniodobowych ditlenku węgla na stacjach AM3 i AM4 w roku 2009

Ryc. 46. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście i Tczewie oraz zakres pomiarów meteorologicznych

Ryc. 47. Średnie miesięczne temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Ryc.48. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Ryc. 49. Średnie miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza w 2009 roku

Ryc.50. Roczne róże wiatrów na stacjach AM2, AM5 oraz AM8

Ryc.51. Roczne róże wiatrów na stacjach AM6 Sopot i AM7 Tczew

Ryc. 52. Roczne róże wiatrów na stacjach AM4 i AM10

Ryc.53. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG w 2009 roku

Ryc.54. Laserowy czujnik opadu deszczu .

Ryc.55. Suma opadów atmosferycznych dla poszczególnych miesięcy

Ryc.56. Przebieg opadu atmosferycznego w dniu 14.10.2009.

Ryc.57. Przebieg opadu atmosferycznego w dniu 19.07.2009.

Ryc.58. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacjach
AM6 w Sopocie i w 2009 roku

Ryc.59. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach
AM6 (Sopot) w dniu 19 kwietnia 2009 r.

Ryc. 60. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w latach 2007 –
2009 roku a) ditlenek siarki, b) ditlenek azotu, c) pył PM_{10}

Ryc. 61. Przestrzenny rozkład 36 max. pyłu PM_{10}

62. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacjach ARMAAG
w latach 2007-2009

Ryc.63 Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach
w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 2007-2009

Ryc.64. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach
w Gdańsku w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ryc.65 Zmiany średniorocznych wartości stężeń ditlenku azotu
na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

Ryc.66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10}
na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

Ryc.67. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach
w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 2007-2009

Ryc.68. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10}
na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ryc.69. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacjach ARMAAG
w Gdyni w latach 2007-2009

Ryc.70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach
w Gdyni w sezonie grzewczym w latach 2007-2009

Ryc.71. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacjach
w Gdyni w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ryc.72. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku azotu na stacjach ARMAAG
w Gdyni w latach 2007-2009

Ryc.73. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10}
na stacjach ARMAAG w latach 2007-2009

Ryc.74. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach
w Gdyni w sezonie grzewczym w latach 2007-2009

Ryc.75. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach

w Gdyni w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ryc.76 Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacji ARMAAG

w Sopocie w latach 2007-2009

Ryc.77. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacji ARMAAG

w Sopocie w sezonie letnim w latach 2007-2009

Ryc.78. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku azotu na stacjach ARMAAG

w Sopocie w latach 2007-2009

Ryc.79. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10}

na stacji ARMAAG w Sopocie w latach 2007-2009

Ryc.80. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacji w Sopocie w latach 2007-2009

Ryc.81. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku siarki na stacji ARMAAG

w Tczewie w latach 2007-2009

Ryc.82. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych ditlenku siarki na stacji ARMAAG

w Tczewie w sezonie letnim w latach 2006-2008

Ryc.83. Zmiany stężeń średniorocznych ditlenku azotu na stacjach ARMAAG w

Tczewie

w latach 2007-2009

Ryc.84. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM_{10}

na stacji ARMAAG w Tczewie w latach 2007-2009

Ryc.85. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM_{10} na stacjach

w Tczewie w latach 2007-2009

Ryc.86. Stężenia pyłu PM_{10} na wybranych stacjach w dniach 20-22.12.2009

Ryc.87. Stężenia pyłu PM_{10} , NO_2 oraz O_3 na stacji AM8 w dniu 26 -27 maja 2009

Ryc.88. Stężenia pyłu PM_{10} , NO_2 oraz O_3 na stacji AM8 w dniach 29-30 kwietnia 2009

Ryc.89 Prognoza indeksu jakości powietrza 29 kwietnia 2010

Ryc.90 Prognoza indeksu jakości powietrza (substancja dominująca) 29 kwietnia 2010

Ryc.91. Rozmieszczenie stacji automatycznego monitoringu atmosfery w Polsce

Niniejszy raport wykonano
z dotacji Gmin Założycieli :Gdańska, Gdyni, Sopotu i Tczewa.

Fundacja ARMAAG
80 -243 Gdańsk ul. Brzozowa 15A
www.armaag.gda.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone
ISBN 978-83-913904-3-6
Egzemplarz bezpłatny