STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE W ROKU 2006 I INFORMACJA O DZIAŁALNOŚCI FUNDACJI ARMAAG

Raport przygotował zespół:
Michalina Bielawska
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 w Gdańsku
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

Kolejny, dziewiąty, raport roczny o działalności sieci regionalnego monitoringu atmosfery ARMAAG przynosi informacje o wykonywanych pomiarach, nowych obszarach działalności i planach na przyszłość.

Harmonogram działalności opracowany został w oparciu o program Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). Fundacja uczestniczyła w programie PMŚ na podstawie decyzji Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska w Gdańsku.

W październiku 2006 zgłosiliśmy także gotowość uczestnictwa w projektu CITEAIR, którego celem jest m.in. uzgodnienie wspólnego wskaźnika jakości powietrza Common Air Quality Index dla miast Europy obliczonego według jednego uwspólnionego algorytmu (www.airqualitynow.eu).

Pełna informacja o jakości powietrza w aglomeracji trójmiejskiej i Tczewie obejmująca pomiary w czasie rzeczywistym, prognozę indeksu na następną dobę oraz bieżące i historyczne analizy dostępna jest na stronie internetowej www.armaag.gda.pl. Autorski indeks jakości powietrza sieci ARMAAG posiada własny znak graficzny, nazwany potocznie „ATMOludkiem".

W ramach realizacji planu zapewnienia jakości sieć ARMAAG w roku 2006 wzięła udział w ogólnopolskim przeglądzie analizatorów ozonu finansowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Działalność Fundacji finansowana była przez gminy: Gdańsk, Gdynię, Sopot i Tczew, i wspierana dotacjami Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.

Zarząd Fundacji ARMAAG

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	7
2.	PRACA FUNDACJI ARMAAG W ROKU 2005	9
2.1.	Część techniczna	9
2.2.	Część informacyjna	14
2.3.	Inne prace statutowe	15
2.4.	Praca Zarządu	18
3.	WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ	19
3.1.	Dwutlenek siarki	21
3.2.	Tlenki azotu	30
3.2.1.	Dwutlenek azotu	31
3.2.2.	Tlenki azotu	36
3.3.	Pył PM10	39
3.4.	Tlenek węgla	46
3.5.	Ozon	50
3.6.	Zanieczyszczenia specyficzne	59
3.6.1.	Benzen, toluen, ksyleny	59
3.6.2.	Amoniak	61
3.6.3.	Dwutlenek węgla	61
4.	WARUNKI METEOROLOGICZNE	64
4.1.	Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych	66
4.2.	Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza w ltach 2002 - 2006	66
4.3.	Ciśnienie atmosferyczne	73
4.4.	Kierunek i prędkość wiatru	75
4.5.	Natężenie promieniowania bezpośredniego	80
5.	OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE	82
5.1.	Dwutlenek siarki	85
5.2.	Dwutlenek azotu	90
5.3.	Pył PM10	91
5.4.	Tlenek węgla	97
5.5.	Ozon	97
5.6	Epizody smogowe	98
5.7.	Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce w roku 2006	102
5.8.	Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy	105
6.	INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA	108
6.1.	Strona internetowa	108
6.2.	Informacja na panelach informacyjnych	113
6.3.	indeks jakości powietrza CITEAIR	115
6.4.	Podsumowanie	116
7.	PODSUMOWANIE	117
8.	Artykuł „Nieorganiczne związki azotu i siarki w powietrzu nad zurbanizowaną Gdynią i uzdrowiskiem Sopot	118
9.	Spis tabel	129
10.	Spis rycin	131

1. WSTĘP

Do zadań Fundacji ARMAAG w 2006 roku należał zakres pomiarowy zgodny z planem Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska na lata 2005-2006 oraz dodatkowe prace wynikające z zapisów statutowych Fundacji. Działalność pomiarowa prowadzona była w tych samych 10 stacjach automatycznych.

We wrześniu 2005 roku Rada Nadzorcza Fundacji ARMAAG przyjęła plan rzeczowy i plan finansowy na kolejny rok.

Założenia planu obejmowały oprócz rutynowych pomiarów, wykonywanie analiz i raportów, organizowanie akcji edukacyjnych, gruntowną modernizację systemów łączności i informatyzacji oraz wprowadzenie codziennej prognozy jakości powietrza.

Istotnym elementem planu było także rozpoczęcie wdrażania systemu zarządzania zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

W niniejszym raporcie przedstawiamy podstawowe informacje o pracy i funkcjonowaniu sieci stacji, wyniki pomiarów na podstawie serii pomiarowych poddanych walidacji, ocenę jakości powietrza w obszarze działania sieci, informacje o nowo wprowadzonym indeksie jakości powietrza, a także podstawowe wiadomości o pracy podobnych sieci monitoringowych.

Jak co roku udostępniamy łamy Naszego raportu opracowaniu autorskiemu, którym w tym roku jest publikacja Dr Anity Lewandowskiej z Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego pod tytułem: „NIEORGANICZNE ZWIĄZKI AZOTU I SIARKI W POWIETRZU NAD ZURBANIZOWANĄ GDYNIĄ I UZDROWISKIEM SOPOT".

W publikacji tej wykorzystano pomiary pochodzące ze stacji sieci ARMAAG w Sopocie (AM6) i w Gdyni (AM10).

Strona Internetowa Fundacji ARMAAG - www.armaag.gda.pl

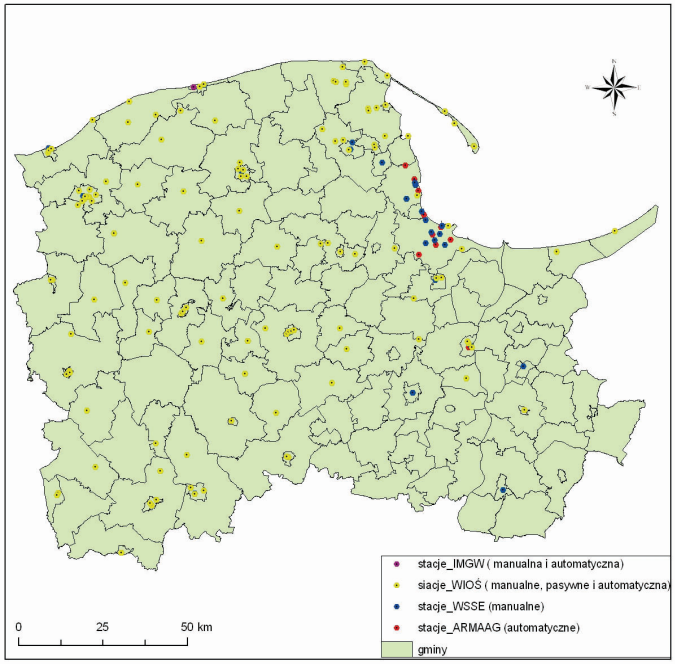
2.1. Część techniczna

W 2006 roku w sieci monitoringu regionalnego Fundacji ARMAAG wszystkie stacje prowadziły pomiar w sposób ciągły. W tym także roku październiku w stacji nr 9 w Gdyni Redłowie rozpoczęto równoległe pomiary pyłu PM10 analizatorem TEOM pozyskanym ze zlikwidowanej stacji mobilnej WIOŚ. Zakończono techniczną część zmiany systemu zbierania danych i rozpoczęto modernizację stacji centralnej. Wymieniono część sterowników PLUTO na sterowniki przemysłowe ogólnie dostępne, nie wymagające napraw w autoryzowanym serwisie.

Organizacja pracy w sieci ARMAAG, możliwość śledzenia parametrów pracy analizatorów w stacji centralnej oraz wykonywana z najwyższą starannością obsługa stacji pomiarowych skutkuje bardzo niską awaryjnością. W 2006 roku ilość i częstość występowania awarii uzależniona była od wielu czynników, w tym również od wieku przyrządów. Dotyczy to szczególnie mierników meteorologicznych. Ilość awarii obejmuje wszystkie zdarzenia powodujące nawet chwilową utratę danych. Dyspozycyjność odnoszona jest do dobowego czasu pracy analizatora w ciągu miesiąca.

Stacje ARMAAG stanowią część wojewódzkiej sieci monitoringu atmosfery.

Rozmieszczenie wszystkich stacji przedstawia mapa.



Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia stacji pomiarowych ARMAAG w sieci monitoringu województwa pomorskiego

Dyspozycyjność analizatorów i mierników meteorologicznych wynika wprost z ilości i zakresu występujących awarii. W tabeli 1 przedstawiono dyspozycyjność określoną na podstawie czasu pracy miernika.

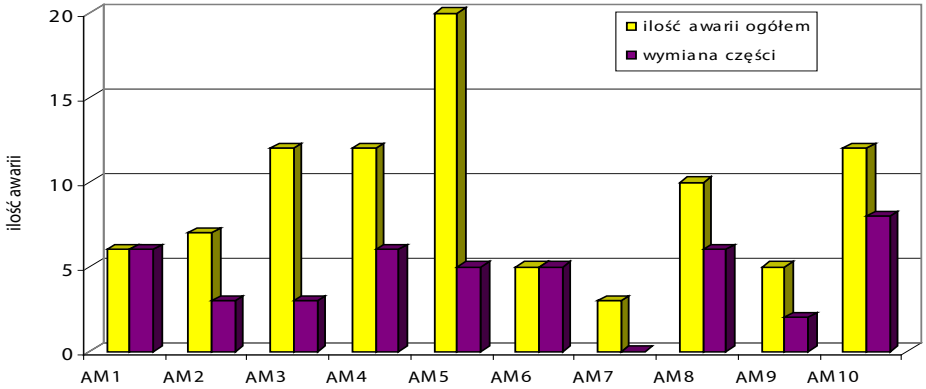
Tabela 1. Dyspozycyjność [%] analizatorów w stacjach ARMAAG w 2006 roku

Lp.	Substancja mierzona	Analizator	Ilość	Dyspozycyjność	
			szt	średnia	najniższa
1.	Tlenek węgla	Thermo 48C	6	97,5	29,0
2.	Dwutlenek węgla	Thermo 48C	2	100,0	100,0
3.	Tlenek i dwutlenek azotu	Thermo 42C	9	87,2	74,2
4.	Amoniak i tlenek azotu	Thermo 17C	1	71,0	16,2
5.	Ozon	Thermo 49C	4	99,0	93,5
6.	PM10	Eberline	8	98,9	90,3
7.	PM10	TEOM	3*	96,8	67,7
8.	Dwutlenek siarki	MLU 9501	1	96,4	58,1
9.	Dwutlenek siarki	Thermo 43C	8	98,9	90,0
10.	BTX	Chrompack GP803	1	63,4	0

** w październiku 2006 w stacji AM9 zainstalowano analizator pyłu TEOM pozyskany z WIOŚ*

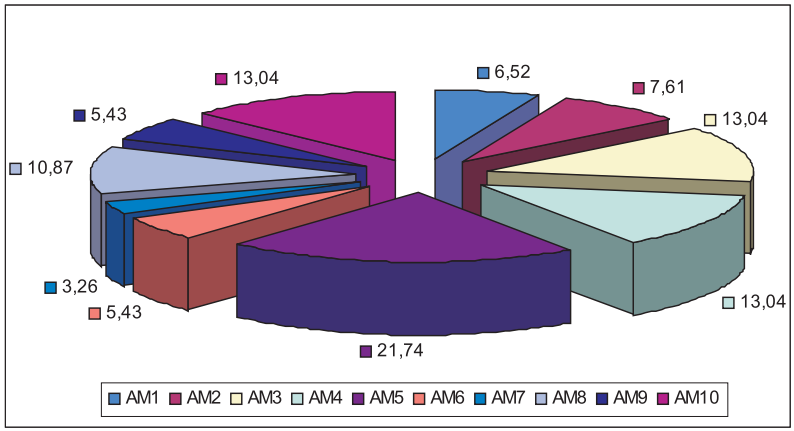
Na rycinach 2 i 3 przedstawiono wyniki analiz przyczyn wyłączeń analizatorów. Na rycinie 2 pokazano procentowy udział poszczególnych stacji w ogólnej ilości awarii. Wskazać można na następujące przyczyny występowania przerw w pracy stacji:

- niestabilność zasilania (AM5)
- wiek stacji (AM3 i AM4)
- ilość analizatorów(AM3,AM4,AM8)
- skomplikowane wyposażenie (AM10)



Ryc. 2. Procentowy udział stacji w ilości awarii ogółem w 2006 roku

Z kolei na rycinie 3 przedstawiono udział ilości awarii związanych z wymianą części. Decydującym czynnikiem jest wiek i ilość analizatorów (stacje AM3, AM4, AM8) oraz skomplikowane wyposażenie (AM10).



Ryc. 3. Procentowy udział awarii związanych z wymianą części w 2006 roku

2. PRACA FUNDACJI ARMAAG W ROKU 2006

W tabeli 2 przedstawiono charakterystyczne parametry pracy sieci ARMAAG w ostatnich pięciu latach.

Tabela 2. Parametry pracy sieci ARMAAG w latach 2002–2006

Lp.	Rok	Liczba operatorów	Ilość analizatorów	Średnia [1]dyspozycyjność sieci [%]	Łączna ilość awarii (analizatory i czujniki meteorologiczne)
1.	2002	2	43	92,9	64
2.	2003	2,5	43	87,6	48
3.	2004	2,5	43	91,7	78
4.	2005	2,5	43	98,0	92
5.	2006	2,5	44*	96,4	92

** od października TEOM w AM9*

Ryc.4. Operator, Tomasz Kołakowski podczas bieżącej obsługi stacji

[1] Bez czujników meteorologicznych

Utrzymanie wysokiej dyspozycyjności sieci możliwe było dzięki wysokim kwalifikacjom personelu technicznego oraz zapewnieniu szybkiego dostępu do części zamiennych i konsekwentnej realizacji wdrażania systemu zarządzania. W czerwcu 2006 roku, po wykonaniu badań międzylaboratoryjnych w sieci małopolskiego monitoringu atmosfery i po potwierdzeniu kompetencji technicznych operatorów i prawidłowej pracy analizatorów, rozpoczęto operacyjne wdrażanie systemu zarządzania zgodnego z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005. System wdrażano zgodnie z procedurami systemu zarządzania. przygotowywanymi pod kierunkiem doświadczonych audytorów.
Podobnie jak w latach ubiegłych jakość pomiarów potwierdzana była w procesach weryfikacji (wstępnej i zasadniczej) oraz w walidacji.

Wstępna weryfikacji (codzienna) wyników obejmowała:

1. Krok 1 kontrola połączeń
2. Krok 2 sprawdzenie ilości danych
3. Krok 3 sprawdzenie poprawności wyników

Zapisy weryfikacji wstępnej poddawano analizie i podejmowano odpowiednie działania operacyjne.
Walidacja zasadnicza odbywała się w cyklu miesięcznym i rocznym. Po przeprowadzaniu weryfikacji rocznej opracowane wyniki przesyłano dysponentom monitoringu wojewódzkiego i państwowego.

2.2. Część informacyjna

Jednym z głównych priorytetów polityki ekologicznej Unii Europejskiej jest informowanie społeczeństwa o jakości środowiska. We wszystkich europejskich sieciach monitoringu upowszechnianie informacji o jakości powietrza jest istotnym elementem ich działalności. Komisja Europejska wspiera szereg projektów, których celem jest łatwy i jak najszerszy dostęp społeczeństwa do informacji o stężeniach substancji w powietrzu. Fundacja ARMAAG w roku 2006 zgłosiła gotowość uczestnictwa w dwóch dużych projektach informacyjnych:

- Ozoneweb - projektu uruchomionego przez Europejską Agencję Ochrony Środowiska
- CITEAIR (Common Information to European Air)- projektu realizowanego przez międzynarodowy zespół specjalistów w ramach programu INTERREG III.

Pod koniec 2006 roku rozpoczęto współpracę z Instytutem Ochrony Środowiska w zakresie dostarczania danych do projektu GMES (Global Monitoring for Environment and Security) realizowanego w VI Programie Ramowym.

W roku 2006 kontynuowano także prace doskonalące system prognoz oraz jakość informacji. Wykonano nową stronę internetową umożliwiającą dostęp do analiz i raportów miesięcznych. Dodatkowo przez ponad pół roku publikowano w każdy wtorek w Dzienniku Bałtyckim prognozę indeksu jakości powietrza, a w listopadzie uruchomiono dwa ogólnodostępne panele (wyświetlacze) z prezentacją bieżących pomiarów i prognozą indeksu na następną dobę.

Prognozy meteorologiczne (w trybie on-line) niezbędne do wykonania prognoz zanieczyszczeń pozyskiwano z Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego.

2.3. Inne prace statutowe

W ramach statutowych obowiązków edukacyjnych w zakresie ochrony powietrza atmosferycznego, pracownicy Fundacji brali udział w szkoleniach studentów i młodzieży szkół średnich, prezentowali pracę sieci i sposoby informowania społeczeństwa na otwartych spotkaniach i panelach dyskusyjnych w Gdańsku i Kościerzynie, w trakcie programów edukacyjnych organizowanych przez Polski Klub Ekologiczny oraz na innych forach dyskusyjnych organizowanych przez WIOŚ lub pokrewne instytucje. Tematy i miejsca istotnych prezentacji w roku 2006 przedstawiono poniżej

- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Gdańsk, maj 2006, spotkanie podsumowujące ocenę jakości powietrza za 2005 rok: **Programy naprawcze ochrony powietrza i mitygujące działania** doraźne.
- Centrum Edukacji i Informacji Ekologicznej w Gdańsku, czerwiec 2006, prezentacja dla uczniów gimnazjum: **Jakość powietrza atmosferycznego**
- Nowy Ratusz Gdańsk, czerwiec 2006, prezentacja dla uczestników Światowego Dnia Ochrony Środowiska: **System zarządzania informacją o jakości powietrza**
- Karpacz, czerwiec 2006, konferencja PAN Zabrze: **Dlaczego indeks jakości powietrza ??**
- Kościerzyna, Urząd Miasta, czerwiec 2006 spotkanie informacyjne: **Uzdrowisko Kościerzyna ?**
- Centrum Kształcenia Ustawicznego, Gdańsk czerwiec i listopad 2006, wykłady dla nauczycieli :**Co wiemy o monitoringu zanieczyszczeń powietrza?**
- Strzelnica Św. Jerzego, Gdańsk wrzesień 2006, konferencja Polskiego Klubu Ekologicznego: **Gdańsk jakość powietrza w roku 2005**
- Kościerzyna, Urząd Miasta czerwiec 2006, prezentacja dla uczestników kampanii Stop spalaniu odpadów w piecach indywidualnych: **Jakość powietrza atmosferycznego**
- Centrum Edukacji i Informacji Ekologicznej, Gdańsk listopad 2006 prezentacja dla słuchaczy Uniwersytetu III wieku: **Jakość powietrza atmosferycznego**
- Uniwersytet Gdański, listopad 2006 prezentacja w ramach zajęć fakultatywnych studentów IV roku: **Monitoring atmosfery**
- Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej Gdańsk EKOPARTNER grudzień 2006: stop spalaniu odpadów w piecach indywidualnych **Przeciwdziałanie zmianom klimatycznym i ochrona powietrza atmosferycznego**
- Politechnika Gdańska, grudzień 2006 prezentacja w ramach zajęć fakultatywnych studentów IV roku **Monitoring atmosfery.**

W zajęciach poligonowych na stacjach ARMAAG demonstrowano działanie urządzeń pomiarowych i wspomagających oraz system zbierania i przekazywania danych.

Ryc.5. Zajęcia poligonowe ze studentami z Politechniki Warszawskiej

Ryc.6. Prezentacja systemu prognoz

Ryc.7. Prezentacja ARMAAG dla uczestników Światowego Dnia Ochrony Środowiska w Gdańsku.

2.4. Praca Zarządu

Nadzór nad realizacją zadań zapisanych w planach rzeczowym i finansowym wykonywał Zarząd Fundacji ARMAAG w składzie:

- Danuta Zgoda — Prezes Zarządu
- Ewa Łuczak — Wiceprezes Zarządu
- Janusz Błaszczak — Członek Zarządu
- Piotr Stepnowski — Członek Zarządu

Zgodnie ze statutem Zarząd odbywał systematyczne spotkania, na których oceniał na bieżąco postępy we wprowadzaniu procedur systemu zarządzania, prawidłowość postępowań w zakresie zamówień publicznych, oceniał efektywność organizacji pracy, opiniował wykonane analizy i raporty, rozpatrywał zakres i potrzebę wykonania zadań poza harmonogramem, podejmował decyzje finansowe.
Zarząd rozszerzył zadania informacyjne o zakup i zainstalowanie dwóch paneli informacyjnych do multimedialnych prezentacji informacji o jakości powietrza w Gdańsku i w Gdyni.

Zarząd Fundacji współpracował z:

- Instytucjami odpowiedzialnymi za monitoring środowiska tj. Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska i Państwowym Wojewódzkim Inspektorem Sanitarnym biorąc udział w spotkaniach problemowych dotyczących pomiarów zanieczyszczeń powietrza,
- organizacjami pozarządowymi i instytucjami naukowymi przez uczestnictwo w organizowanych spotkaniach i konferencjach.

W listopadzie 2006 Zarząd IV kadencji przygotował materiały niezbędne do przeprowadzenia zebrania sprawozdawczo –wyborczego i wyłonienia władz następnej kadencji.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Pomiary stężeń dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, ozonu, tlenku i dwutlenku węgla wykonywano metodami referencyjnymi, określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (MŚ) w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz.U. 2002.87.798). Pył PM10 oznaczano metodą radiometryczną i grawimetryczną, zaś oznaczenia benzenu i innych węglowodorów aromatycznych wykonywano techniką chromatografii gazowej z automatycznym poborem prób.

W 2006 roku w sieci ARMAAG wdrażano system zapewnienia jakości badań w ramach starań o akredytację w zgodności z normą PN-EN ISO/ IEC 17025:2005. Zgodnie z procedurą zapewnienia jakości analizatory gazów poddawano serii sprawdzeń i kalibracji. Sprawdzenia obejmowały wartości zera i spanu w odstępach 72-godzinnych, zaś kalibrację wielopunktową przeprowadzono jeden raz. Analizatory ozonu skalibrowane zostały dwukrotnie przez firmę zewnętrzną w odniesieniu do urządzenia posiadającego świadectwo wzorcowania.

Wyniki sprawdzeń i kalibracji dokumentowano zapisami, które są dostępne w archiwum Fundacji.

Ilość ważnych danych określona po wykonaniu rocznej weryfikacji i walidacji wyniosła od 71,1% do 99,8% i była zgodna z wymaganiami dla pomiarów ciągłych przedstawionymi w rozporządzeniu MŚ z czerwca 2002 (Ocena poziomu substancji w powietrzu - Dz.U. 2002.87.798).

Zwalidowane serie pomiarowe zagregowano czasami uśredniania i utworzono następujące bazy danych:

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

Stężenia substancji odniesiono do dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu lub wartości odniesienia dla trzech okresów:

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

W omówieniu wyników stosowano normy obowiązujące dla obszaru (stacje w Gdańsku, Gdyni i Tczewie) i uzdrowiska (Sopot).

Na wykresach poziomy odniesień oznaczono w postaci:

——— dla obszaru **O**

- - - - - - - dla uzdrowisk **UZ**

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

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Ilość ważnych danych otrzymanych po walidacji rocznych serii przedstawia się następująco:

Tabela 3. Ilość danych dla sezonu letniego 2006 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	SO_2	NO	NO_2	NO_x	Ozon	CO_2	CO	Pył PM10
AM1	*71,1*	97,9	97,9	97,9				98,5
AM2	96,7	96,5	96,5	96,5				96,4
AM3	95,7	98,5	98,5	98,5		93,3	95,7	97,7
AM4	98,6	98,6	98,6	98,6	98,7	98,5	98,4	98,6
AM5	96,9	88,5	88,5	88,5	96,8		97,1	96,7
AM6	98,7	83,7	83,7	83,7			98,7	98,6
AM7	98,5	98,5	98,5	98,5			98,5	97,6
AM8	99,8	99,3	99,3	99,3	99,9		99,8	99,8
AM9	99,1	98,7	98,7	98,7	99,2			99,2
AM10		76,2	76,2	76,1*				97,2

Tabela 4 . Ilość danych dla sezonu grzewczego 2006 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	SO_2	NO	NO_2	NO_x	Ozon	CO_2	CO	Pył PM10
AM1	99,1	99,2	99,2	99,2				97,9
AM2	99,0	99,2	99,2	99,2				*68,1*
AM3	98,8	98,8	98,8	98,8		98,7	98,2	99,5
AM4	97,6	96,6	96,6	96,6	97,7	97,4	96,5	97,8
AM5	96,0	96,0	96,0	96,0	95,3		94,0	95,7
AM6	97,5	87,9	87,9	87,9			97,7	97,8
AM7	98,6	98,6	98,6	98,6			98,6	97,4
AM8	97,2	96,3	96,3	96,3	97,0		92,3	97,5
AM9	98,7	98,7	98,7	98,7	98,8			98,8
AM10		*42,8*	*42,8*	*20,8**				97,4

** dane dotyczą amoniaku*

3.1. Dwutlenek siarki

Pomiar dwutlenku siarki wykonywany był we wszystkich stacjach, z wyjątkiem stacji AM10. W ośmiu z nich pomiar wykonywany był przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 43C, na stacji w Gdańsku Śródmieściu przyrządem firmy API.
Ilość ważnych danych pozyskanych z analizatorów dwutlenku siarki w roku 2006 przedstawia się następująco:

Tabela 6. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki w roku 2006

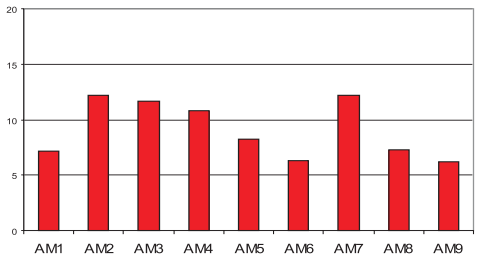
Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	85,1	99,1	71,1	1,39
AM2 - Gdańsk Stogi	97,8	99,0	96,7	1,02
AM3 - Gdańsk Nowy Port	97,3	98,8	95,7	1,03
AM4 - Gdynia Pogórze	98,1	97,6	98,6	0,99
AM5 - Gdańsk Szadółki	96,5	96,0	96,9	0,99
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,1	97,5	98,7	0,99
AM7 - Tczew ul. Targowa	98,5	98,6	98,5	1,00
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	98,5	97,2	99,8	0,97
AM9 - Gdynia Redłowo	98,9	98,7	99,1	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	< 2

Dla wszystkich analizatorów uzyskano wymaganą ilość ważnych danych.
Dla dwutlenku siarki dopuszczalny poziom stężeń średniorocznych określono ze względu na ochronę roślin.
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 7 i na rycinach 8, 9, 10.
W poszczególnych stacjach w roku 2006 średnioroczne i średniookresowe stężenia dwutlenku siarki przedstawiały się następująco:

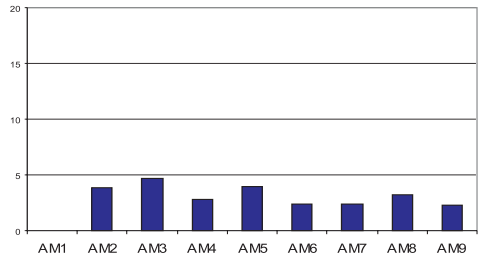
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Tabela 6. Stężenia dwutlenku siarki średniookresowe i średnioroczne

Stacja	Stężenia [µg/m^3]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	7,2	-	5,6
AM2 - Gdańsk Stogi	12,2	3,9	8,1
AM3 - Gdańsk Nowy Port	11,6	4,7	8,2
AM4 - Gdynia Pogórze	10,8	2,8	6,8
AM5 - Gdańsk Szadółki	8,3	3,9	6,1
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	6,3	2,4	4,3
AM7 - Tczew ul. Targowa	12,2	2,4	7,3
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	7,3	3,3	5,3
AM9 - Gdynia Redłowo	6,2	2,3	4,2
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [µg/m^3]	20[1]		

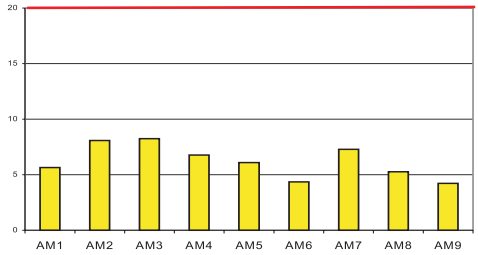


Ryc. 8. Stężenia dwutlenku siarki w sezonie grzewczym [µg/m^3]



Ryc. 9. Stężenia SO_2 w sezonie letnim [µg/m^3]

[1] Ze względu na ochronę roślin



Ryc. 10. Stężenia dwutlenku siarki średnioroczne [µg/m³]

Średnioroczne stężenia dwutlenku siarki we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnej i wynosiły od 21% (AM9) do 41% (AM3) poziomu dopuszczalnego.

Ze względu na ochronę zdrowia normowane są dopuszczalne poziomy stężeń dwutlenku siarki dobowe i chwilowe.

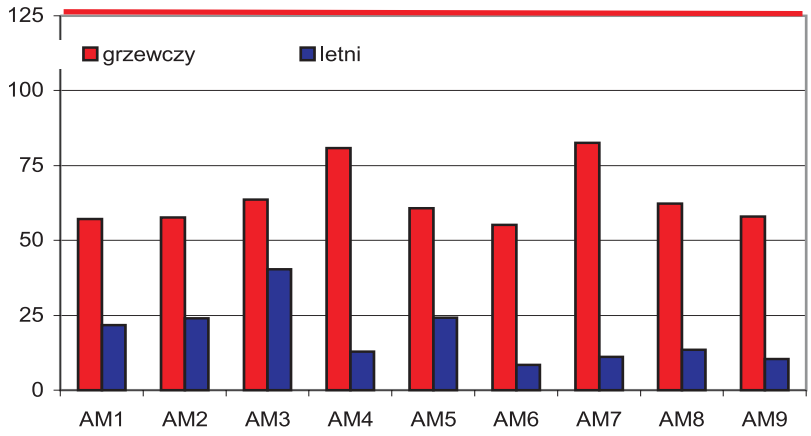
Zestawienia tabelaryczne oraz prezentacje graficzne dla stężeń dobowych dwutlenku siarki przedstawiono poniżej:

Tabela 7. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki średniodobowe [µg/m³]

Stacja	Maksymalne stężenia SO_2 średniodobowe [µg/m³]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	57,1	-
AM2 - Gdańsk Stogi	57,6	24,1
AM3 - Gdańsk Nowy Port	63,7	40,3
AM4 - Gdynia Pogórze	80,9	13,0
AM5 - Gdańsk Szadółki	60,7	24,2
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	55,2	8,5
AM7 - Tczew ul. Targowa	82,6	11,2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	62,4	13,6
AM9 - Gdynia Redłowo	57,9	10,5
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [µg/m³]	obszar	uzdrowisko
	125	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	3	

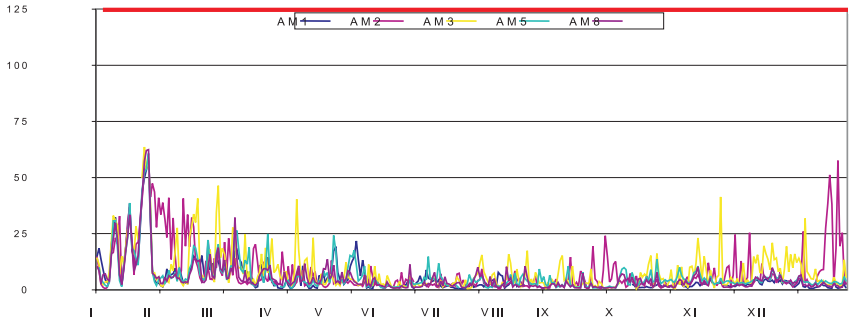
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

W roku 2006 nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości stężeń **24h (średniodobowych)** dwutlenku siarki. Maksymalne stężenie średniodobowe zanotowano w okresie grzewczym w stacji nr 7 w Tczewie 26 stycznia przy temperaturze minus 13°C, prędkości wiatru 0,5 m/s z kierunku południowego. Wyniosło ono **82,6 μg/m^3**, tj. 66,1% normy dopuszczalnej. W Sopocie, który ma status uzdrowiska, maksymalna wartość stężenia średniodobowego osiągnęła 44,2% normy, tj. **55,2 μg/m^3**, również 26 stycznia, przy temperaturze powietrza minus 10,1°C i wietrze o sile 0,9 m/s z kierunku południowego.
Maksymalne wartości stężeń średniodobowych w porównaniu z sezonem letnim były wyższe w sezonie grzewczym nawet siedmiokrotnie (stacja AM7).

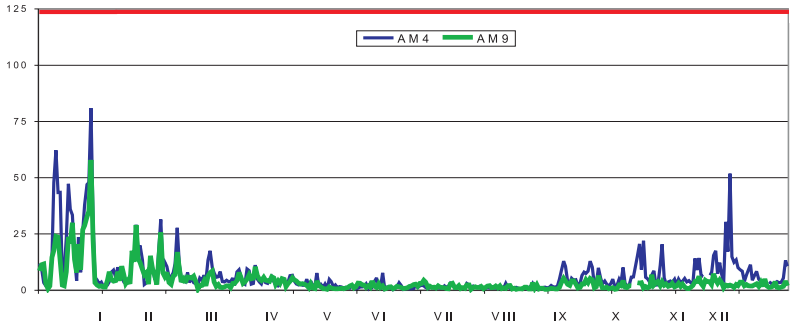


Ryc. 11. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki średniodobowe [µg/m^3]

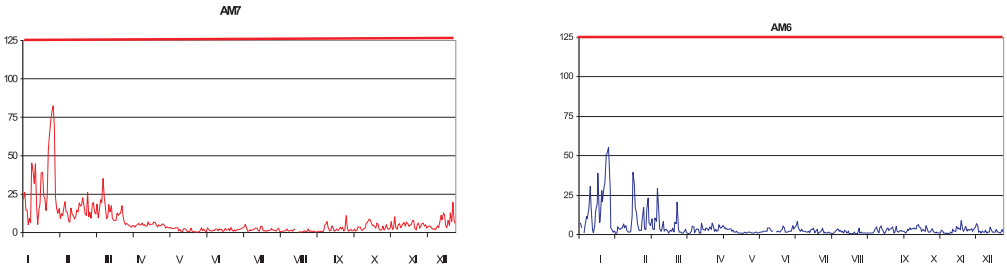
Na rycinach 12,13,14 przedstawiono uśrednione 24-godzinne przebiegi stężeń, obrazujące sezonowość występowania stężeń w poszczególnych miastach.
Najwyższe przeciętne poziomy występowały w okresie grzewczym w Gdańsku Wrzeszczu i Nowym Porcie. Wyższe przeciętne niż w latach poprzednich zanotowano w Gdańsku na ulicy Kaczeńce.



Ryc. 12. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdańsku w 2006 roku



Ryc. 13. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdyni w 2006 roku

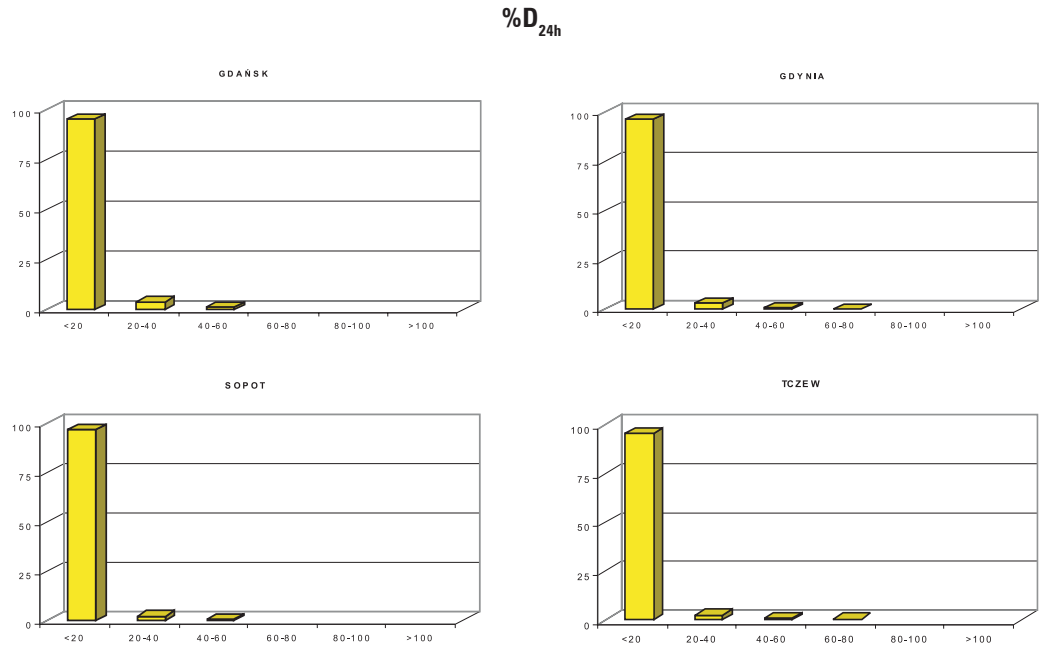


Ryc. 14. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Sopocie i Tczewie w 2006 roku

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Oprócz bezwzględnych wartości, ważne dla oceny jakości powietrza są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Na rycinie 15 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń dwutlenku 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	95,4	96,4	96,7	95,9
20-40	3,7	3,0	2,5	2,5
40-60	0,9	0,4	0,8	1,1
60-80	0,0	0,2	0,0	0,5
80-100	0,0	0,0	0,0	0,0
>100	0,0	0,0	0,0	0,0



Ryc. 15. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki w określonych przedziałach stężeń

W 2006 roku we wszystkich czterech miastach wartości stężeń dobowych mieściły się w przedziale do 40% normy, tylko 0,1% wyników w Gdańsku wykroczyło poza ten przedział, przy czym ponad 99% wyników mieści się w zakresie do 20% wartości dopuszczalnych (w Gdańsku prawie 98%).

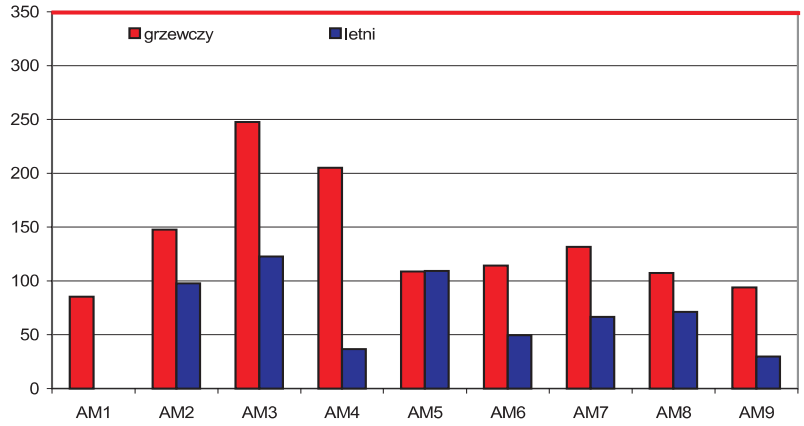
W Sopocie 99,2% danych to wartości w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej i 0,8% w przedziale 21-40%.

W roku 2006 nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 1h (chwilowych)**.

Maksymalne stężenie dwutlenku siarki S1h = **247,5 μg/m^3** zmierzono w stacji nr 3 w Gdańsku Nowym Porcie w dniu 22 stycznia o godzinie 9; temperatura powietrza wynosiła minus 20,6°C. Wysokie stężenia dwutlenku siarki notowane były również w stacji AM4.

Tabela 8. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki 1-godzinne [μg/m^3]

Stacja	Maksymalne stężenia SO_2 1h [μg/m^3]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	85,5	-
AM2 - Gdańsk Stogi	147,8	97,7
AM3 - Gdańsk Nowy Port	247,5	122,9
AM4 - Gdynia Pogórze	205,2	36,7
AM5 - Gdańsk Szadółki	108,7	109,3
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	114,2	49,7
AM7 - Tczew ul. Targowa	131,8	66,5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	107,5	71,3
AM9 - Gdynia Redłowo	93,9	30,0
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [μg/m^3]	obszar	uzdrowisko
	350	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	24	

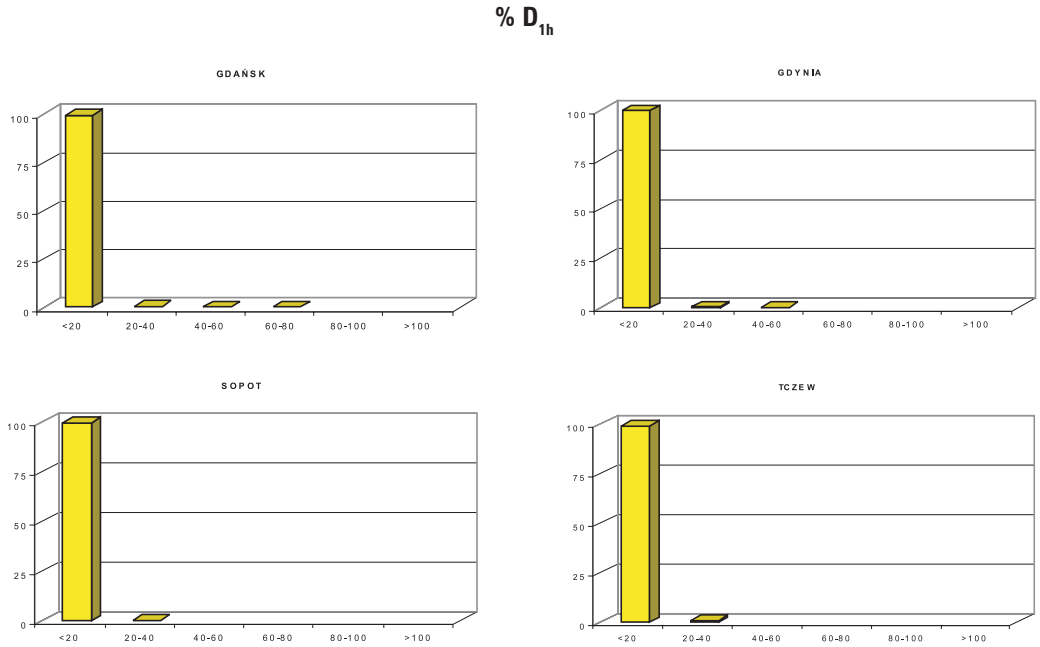


Ryc. 16. Maksymalne wartości stężeń SO_2 chwilowych [µg/m³]

Maksymalne wartości stężeń w okresie grzewczym wahały się od 70,71% w stacji AM3 do 24,4% w stacji AM1. W sezonie letnim przedział wartości stężeń wynosił od 8,6% w Gdyni Redłowie do 34,8% w Gdańsku Nowym Porcie (stacja AM3).

Zagregowane wyniki dla obszarów miast pokazują, że we wszystkich miastach 99,0% stężeń 1-godzinnych osiąga poziomy do 20% wartości dopuszczalnej.

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń SO_2 [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	99,5	99,6	99,8	99,0
20-40	0,5	0,3	0,2	1,0
40-60	0,0	0,1	0,0	0,0
60-80	0,0	0,0	0,0	0,0
80-100	0,0	0,0	0,0	0,0
>100	0,0	0,0	0,0	0,0



Ryc. 17. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki w określonych przedziałach stężeń

3.2. Tlenki azotu

Pomiar tlenków azotu wykonywany był we wszystkich stacjach przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 42C. W dziewięciu stacjach wykonywany jest pomiar tlenku, dwutlenku i tlenków azotu. W stacji nr 10 dwutlenek azotu mierzony jest w reakcji konwersji amoniaku.

Tabela 9. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2006

Stacja	% ważnych danych									Stosunek danych sezon letni/ sezon grzewczy dla NO_2
	rok			sezon grzewczy			sezon letni			
	NO	NO_2	NO_x	NO	NO_2	NO_x	NO	NO_2	NO_x	
AM1	98,5	98,5	98,5	99,2	99,2	99,2	97,9	97,9	97,9	1,01
AM2	97,9	97,9	97,9	99,2	99,2	99,2	96,5	96,5	96,5	1,03
AM3	98,7	98,7	98,7	98,8	98,8	98,8	98,5	98,5	98,5	1,00
AM4	97,6	97,6	97,6	96,6	96,6	96,6	98,6	98,6	98,6	0,98
AM5	92,2	92,2	92,2	96,0	96,0	96,0	88,5	88,5	88,5	1,08
AM6	85,8	85,8	85,8	87,9	87,9	87,9	83,7	83,7	83,7	1,05
AM7	98,5	98,5	98,5	98,6	98,6	98,6	98,5	98,5	98,5	1,00
AM8	97,8	97,8	97,8	96,3	96,3	96,3	99,3	99,3	99,3	0,97
AM9	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	1,00
AM10	*59,6*	*59,6*	*48,5**	*42,8*	*42,8*	*20,8**	76,2	76,2	76,1*	0,56
Minimalny procent ważnych danych[1]	90	90	90	90	90	90	90	90	90	<2

** w odniesieniu do amoniaku*

Ilość ważnych danych pozwoliła na obliczenie wielkości statystycznych na wszystkich stacjach z wyjątkiem AM10 w sezonie grzewczym i w odniesieniu do całego roku.

3.2.1. Dwutlenek azotu

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

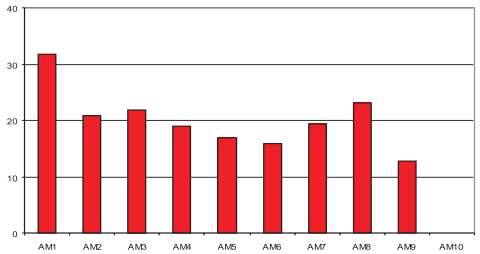
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 10 i na rycinach 18,19,20.

W poszczególnych stacjach w roku 2006 średnioroczne i średniookresowe stężenia dwutlenku azotu przedstawiały się następująco:

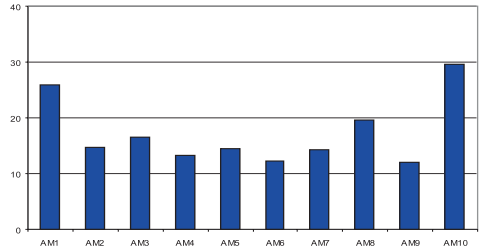
Tabela 10. Stężenia dwutlenku azotu średniookresowe i średnioroczne w roku 2006

Stacja	Stężenia [µg/m^3]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	31,8	25,8	28,8
AM2 - Gdańsk Stogi	20,9	14,6	17,8
AM3 - Gdańsk Nowy Port	21,9	16,6	19,2
AM4 - Gdynia Pogórze	19,0	13,2	16,0
AM5 - Gdańsk Szadółki	17,0	14,4	15,8
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	15,9	12,2	14,1
AM7 - Tczew ul. Targowa	19,3	14,4	16,8
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	23,0	19,7	21,3
AM9 - Gdynia Redłowo	12,8	12,0	12,4
AM10 - Gdynia Śródmieście	-	29,6	-
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [μg/m^3]	obszar 40		uzdrowisko 35

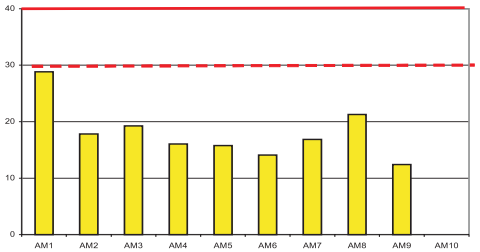
Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 31% poziomu dopuszczalnego w stacji AM9 do 72% w stacji AM1. W Sopocie średnioroczna wartość osiągnęła 40,2% stężenia dopuszczalnego.



Ryc. 18. Stężenia dwutlenku azotu w sezonie grzewczym [µg/m³]



Ryc. 19. Stężenia dwutlenku azotu w sezonie letnim [µg/m³]

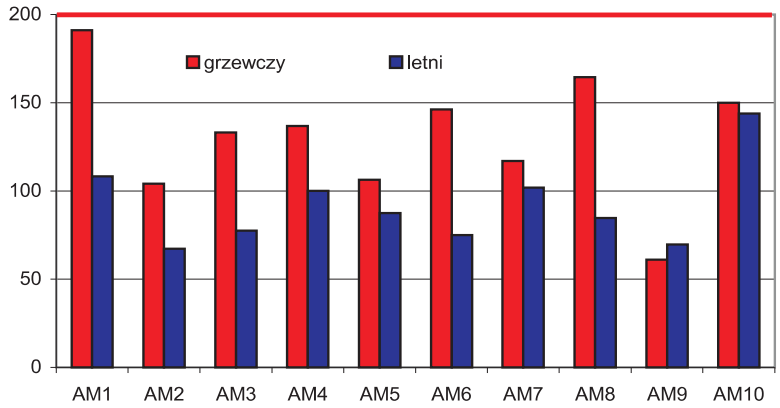


Ryc. 20. Stężenia dwutlenku azotu średnioroczne [µg/m³]

W 2006 roku nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości stężeń **1h (chwilowych)**. Maksymalne stężenie dwutlenku azotu S_{1hmax} = **191,1µg/m³** zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu przy ul. Powstańców Warszawskich w dniu 26 stycznia o godzinie 21 przy temperaturze minus 14,2°C.

Tabela 11. Maksymalne stężenia dwutlenku azotu 1-godzinne [µg/m³]

Stacja	Stężenia chwilowe NO_2 [µg/m³]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	191,1	108,3
AM2 - Gdańsk Stogi	104,1	67,4
AM3 - Gdańsk Nowy Port	133,1	77,5
AM4 - Gdynia Pogórze	136,9	100,1
AM5 - Gdańsk Szadółki	106,3	87,6
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	146,2	75,0
AM7 - Tczew ul. Targowa	117,1	101,8
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	164,5	84,7
AM9 - Gdynia Redłowo	61,0	69,7
AM10 - Gdynia Śródmieście	-	144,0
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [µg/m³]	200	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	18	



Rys. 21. Maksymalne wartości stężeń dwutlenku azotu 1-godzinnych [µg/m³]

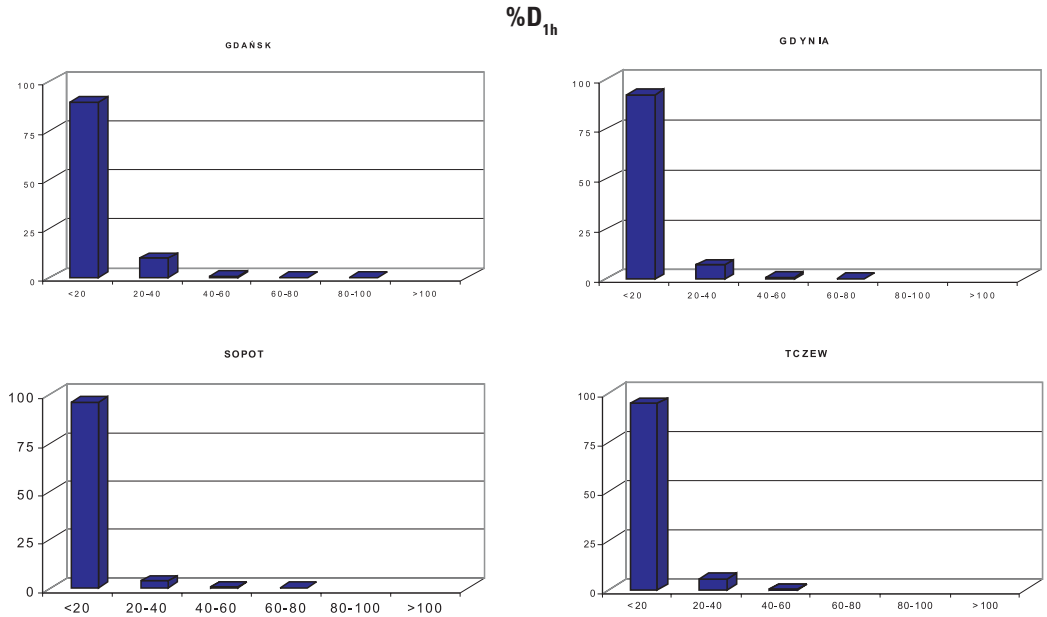
Maksymalne wartości stężeń generalnie były wyższe w sezonie grzewczym i odnotowywano je w dniach, w których znacznie spadały temperatury. Wzrastało wtedy bardzo zapotrzebowanie na ciepło, które pokrywane było zarówno z EC, jak i ze źródeł indywidualnych (niska emisja).

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Oprócz bezwzględnych wartości, ważne dla oceny jakości powietrza są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Z poniższej tabeli wynika, że prawie 90% zmierzonych stężeń w Gdańsku odnotowuje się w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej. W przedziale do 40% lokuje się prawie 10% wyników. W pozostałych miastach w przedziale do 20% wyników było od 92% do 96%. W roku 2006 stężenia powyżej 40% wystąpiły w 0,3% do 0,7% przypadków.

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń NO_2 [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	89,5	92,1	96,0	94,1
20-40	9,8	7,1	3,6	5,6
40-60	0,6	0,7	0,3	0,3
60-80	0,1	0,1	0,1	0,0
80-100	0,0	0,0	0,0	0,0
>100	0,0	0,0	0,0	0,0

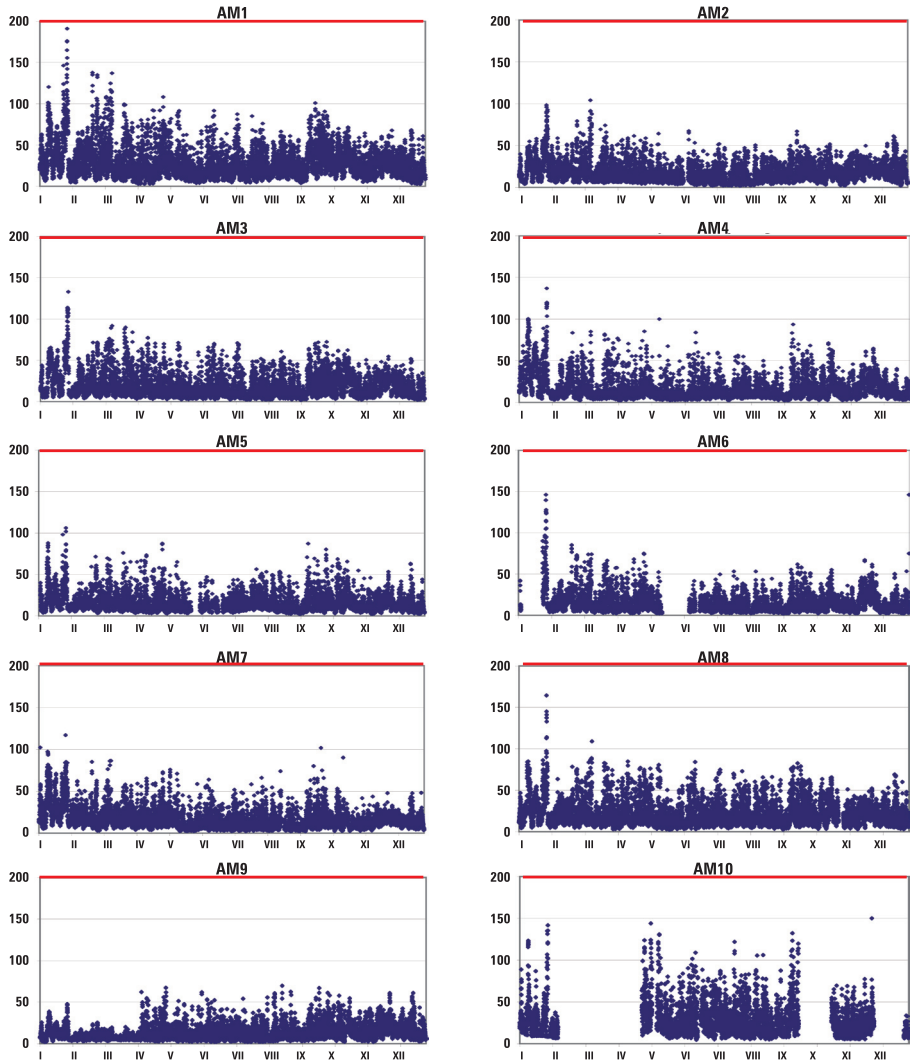
Powyższą analizę przedstawiono graficznie na histogramach.



Ryc. 22. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń NO_2 w określonych przedziałach stężeń

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

SIEĆ ARMAAG 2006



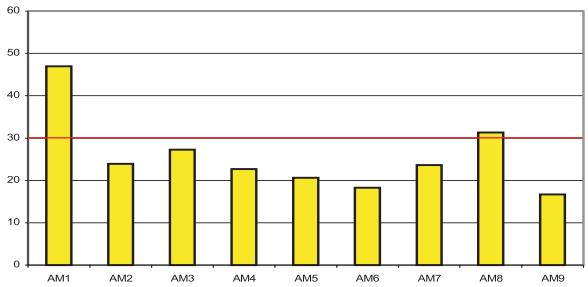
Ryc. 23. Przeciętne przebiegi 1- godzinnych stężeń dwutlenku azotu

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 podano dla wszystkich stacji ARMAAG bezpośrednio na podstawie otrzymanych wyników pomiarów, a dla stacji nr 10 stężenia tlenków azotu obliczono jako wynik z przeliczenia sumy pomiaru tlenku i dwutlenku azotu.
Wartości stężeń przedstawiono w tabeli 12 i na rycinie 24.

Tabela 12. Stężenia średnioroczne tlenków azotu [$\mu g/m^3$]

Stacja	Stężenia średnioroczne NO_x [$\mu g/m^3$]
AM1 - Gdańsk Śródmieście	46,9
AM2 - Gdańsk Stogi	23,9
AM3 - Gdańsk Nowy Port	27,2
AM4 - Gdynia Pogórze	22,7
AM5 - Gdańsk Szadółki	20,6
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	18,3
AM7 - Tczew ul. Targowa	23,6
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	31,3
AM9 - Gdynia Redłowo	16,7
AM10 - Gdynia Śródmieście	-
Dopuszczalny poziom tlenków azotu w powietrzu [$\mu g/m^3$]*	30

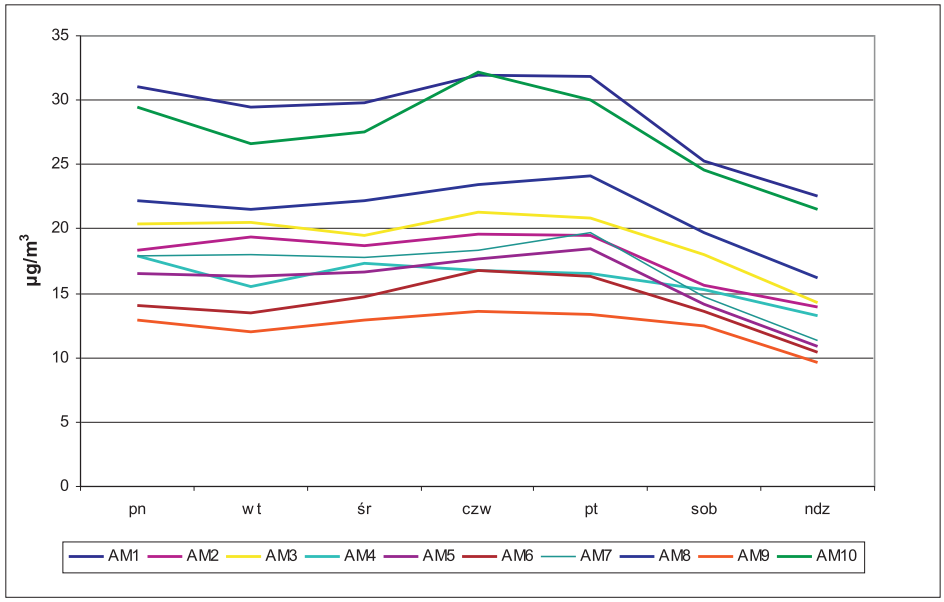


Ryc. 24. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu g/m^3$]

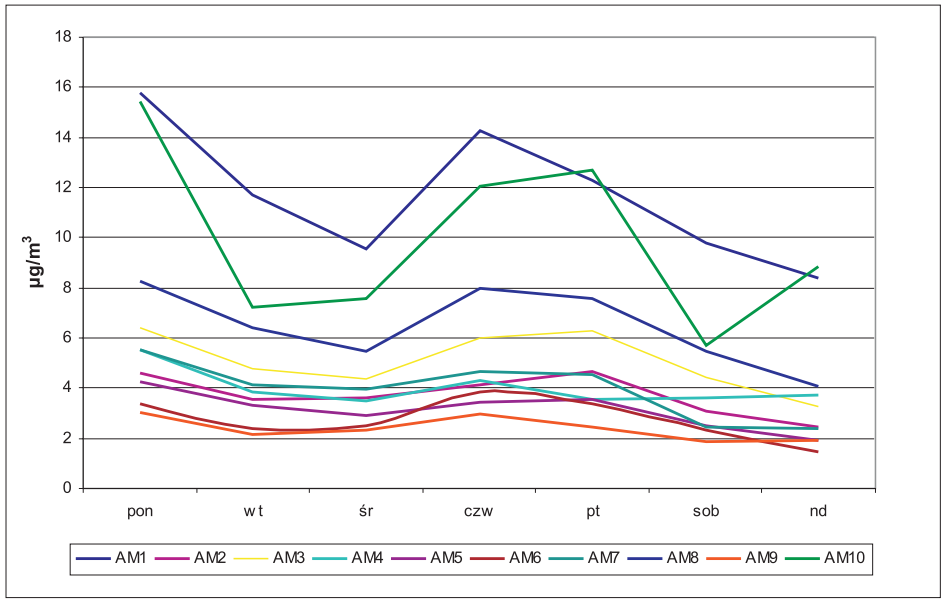
Stężenia **tlenku azotu** w powietrzu nie są normowane. Analizując jednoczesne przebiegi stężeń tlenku azotu i dwutlenku azotu można stwierdzić, że zasadniczy udział w poziomie stężeń w obszarze pomiarowym ma emisja tlenku azotu. Głównym źródłem tej emisji są silniki samochodowe.
Potwierdzają to wartości pomierzonych stężeń tlenku azotu na stacji AM1, która zlokalizowana jest w Gdańsku przy ulicy Powstańców Warszawskich, łączącej duże osiedla mieszkaniowe z centrum Gdańska.
Na rycinie 25 przedstawiono przeciętne dobowe przebiegi stężeń jednogodzinnych dwutlenku azotu w cyklu tygodniowym.

Wyraźnie wyższe stężenia występowały na stacjach AM1 w Gdańsku i stacji AM10 w Gdyni. Najwyższe stężenia notowane są we wtorek i środę, kiedy ruch samochodowy jest najbardziej intensywny.

Wyraźny spadek stężeń NO w dniach weekendu, kiedy notuje się mniejszy ruch samochodowy potwierdza powyższe spostrzeżenie. (ryc. 26).



Ryc. 25. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń dwutlenku azotu w dobie



Ryc. 26. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń tlenku azotu w dobie

3.3. Pył PM10

Pył PM10 uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki kurzu zawarte w powietrzu (PM10 i mniejsze) wprowadzane są do atmosfery w wyniku emisji pierwotnej lub jako emisja wtórna. Powstają w atmosferze w wyniku reakcji i procesów zachodzących pomiędzy cząsteczkami gazów SO_2, NO_x, NH_3 oraz lotnych związków organicznych LZO przy transporcie na większe odległości.[1]

Zgodnie z Rozporządzeniem[2] jako metodę referencyjną dla pomiaru pyłu PM10 uznaje się metodę manualną wagową. W Rozporządzeniu[3] jako metodę pozyskiwania informacji o stężeniach PM10 podaje się metodę automatyczną. W roku 2006 pył PM10 w stacjach ARMAAG mierzony był (podobnie jak w innych stacjach sieci EUROAIRNET) dwiema metodami automatycznymi: metodą radiometryczną analizatorem firmy Eberline i metodą p-wagową pyłomierzem firmy Rupprecht & Pataschnick.

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

Pomiary wykonywane były we wszystkich stacjach sieci ARMAAG.

Przez 2,5 miesiąca, od połowy października do końca grudnia, w stacji AM9 wykonywano jednocześnie pomiary przy użyciu metody radiometrycznej i wagi oscylacyjnej.

Kompletność serii pomiarowych oraz inne kryteria dla obliczania średnich wartości podano w tabeli 13.

Tabela 13. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w roku 2006

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	98,2	97,9	98,5	0,99
AM2 - Gdańsk Stogi	82,3	*68,1*	96,4	0,71
AM3 - Gdańsk Nowy Port	98,6	99,5	97,7	1,02
AM4 - Gdynia Pogórze	98,2	97,8	98,6	0,99
AM5 - Gdańsk Szadółki	96,2	95,7	96,7	0,99
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,2	97,8	98,6	0,99
AM7 - Tczew ul. Targowa	97,5	97,4	97,6	1,00
AM6 - Gdańsk Wrzeszcz	98,7	97,5	99,8	0,98
AM9 - Gdynia Redłowo	99,0	98,8	99,2	0,99
AM10 - Gdynia Śródmieście	97,3	97,4	97,2	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

[1] Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001. Warszawa 2003
[2] Rozporządzenie MŚ o ocenie poziomów dopuszczalnych
[3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2002 w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku w sieciach teleinformatycznych

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 określonych dla celów projektowych.

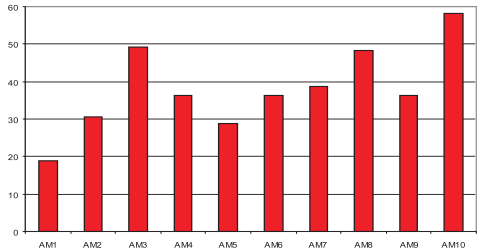
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych obliczone dla wszystkich okresów (ilość ważnych danych powyżej 75%) przedstawiono w tabeli 14 i na rycinach 27, 28, 29.

W poszczególnych stacjach w roku 2006 średnioroczne i średniookresowe stężenia pyłu PM10 przedstawiały się następująco:

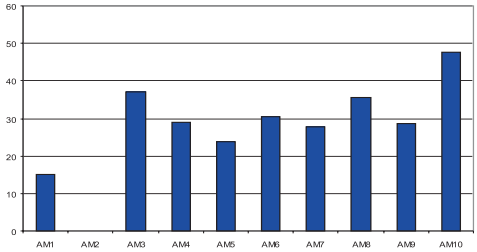
Tabela 14. Pył PM10 - stężenia średniookresowe i średnioroczne

Stacja	Stężenia średniookresowe i średnioroczne [μg/m³]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	19,0	15,0	17,0
AM2 - Gdańsk Stogi	-	25,4	27,6
AM3 - Gdańsk Nowy Port	49,3	37,1	43,2
AM4 - Gdynia Pogórze	36,3	28,8	32,5
AM5 - Gdańsk Szadółki	28,9	23,8	26,4
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	36,4	30,6	33,5
AM7 - Tczew ul. Targowa	38,7	27,7	33,2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	48,3	35,4	41,8
AM9 - Gdynia Redłowo	36,2	28,7	32,5
AM10 - Gdynia Śródmieście	58,2	47,6	52,9
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [μg/m³]	40		

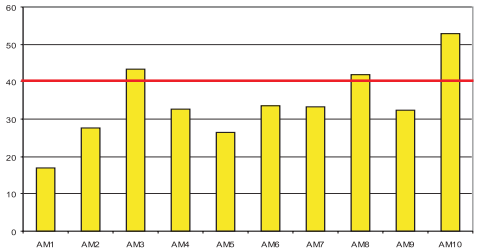
Średnioroczne stężenia pyłu PM10 były przekroczone w stacji AM10 Gdynia Śródmieście osiągając 132,5% wartości dopuszczalnej, w stacji AM3 w Gdańsku Nowym Porcie 108% i w Gdańsku Wrzeszczu (stacja AM8) 105%. W pozostałych stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 42,5% (AM1) do 95,7% (AM6) poziomu dopuszczalnego



Ryc. 27. Stężenia pyłu PM10 w sezonie grzewczym [µg/m³]



Ryc. 28. Stężenia pyłu PM10 w sezonie letnim [µg/m³]

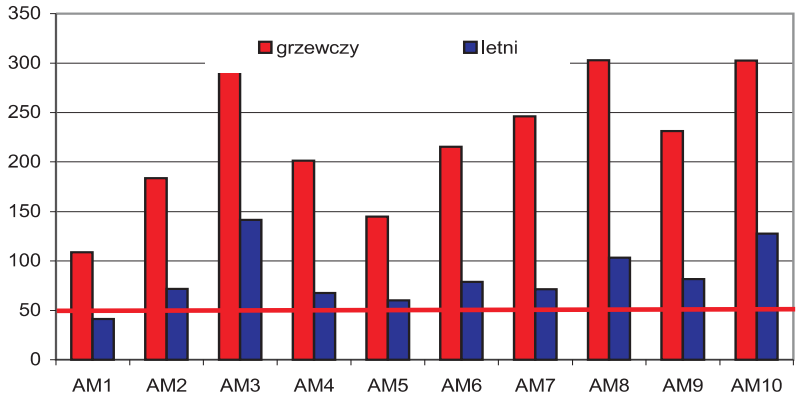


Ryc. 29. Stężenia pyłu PM10 średnioroczne [µg/m³]

Stężenia średniodobowe pyłu PM10 w roku 2006 na wszystkich stacjach były wyższe od norm dopuszczalnych.
Wyniki pomiarów prezentuje tabela 15 oraz rycina 30.
Maksymalne wartości stężeń 24h w sezonie grzewczym wystąpiły w stacji AM3 w Nowym Porcie w dniu 6 stycznia przy średniej temperaturze minus 120°C osiągając wartość **305 µg/m³**. W pozostałych stacjach maksymalne wartości średniodobowe wyższe były od wartości dopuszczalnej w zależności od stacji: od 2 (AM1 i AM5) do ponad 6 razy (AM8 i AM10).
Ilość dni z przekroczeniami stężeń pyłu PM10 w sezonie grzewczym wyniosła w aglomeracji 85, zaś w Tczewie 30.
W sezonie letnim maksymalne stężenie średniodobowe pyłu PM10 = **127 µg/m³** zanotowano w stacji AM10 w Gdyni w dniu 19 września przy temp. plus 26,10°C, wietrze z kierunku zachodniego o prędkości 3,8m/s i ciśnieniu 1032,1 hPa.
Ilość dni ze stężeniami powyżej 50 µg/m³ w sezonie letnim wyniosła 76, w Tczewie dni z przekroczeniami w sezonie letnim było 8.

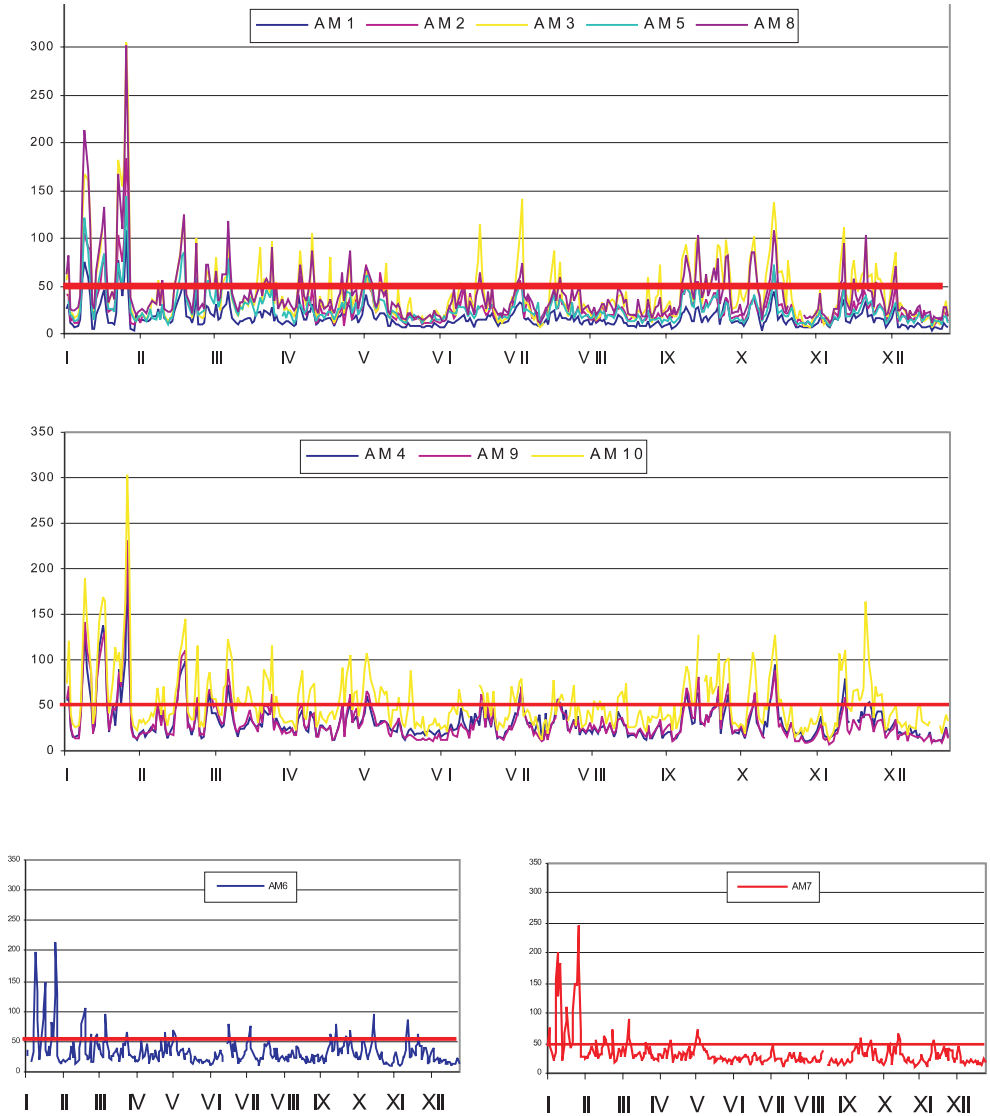
Tabela 15. Pył PM10 - maksymalne stężenia 24h [μg/m³]

Stacja	Stężenia średniodobowe [μg/m³]		ilość przekroczeń
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	108,7	41,6	1
AM2 - Gdańsk Stogi	-	71,7	25
AM3 - Gdańsk Nowy Port	305,0	141,7	107
AM4 - Gdynia Pogórze	201,3	67,6	46
AM5 - Gdańsk Szadółki	144,9	60,2	26
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	215,5	78,9	51
AM7 - Tczew ul. Targowa	246,4	71,3	38
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	303,0	103,3	82
AM9 - Gdynia Redłowo	231,5	81,6	52
AM10 - Gdynia Śródmieście	302,7	127,6	147
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [μg/m³]	50		
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	35		
Ilość dni z przekroczeniami:	sezon grzewczy	sezon letni	
Aglomeracja	80	50	
Tczew	51	23	



Ryc. 30. Maksymalne wartości stężeń pyłu PM10 24h

Uśrednione 24-godzinne przebiegi stężeń pyłu PM10 przedstawiono na rycinie 31.



Ryc. 31. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń pyłu PM10 w 2006 roku [µg/m³]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

W styczniu 2006, na wszystkich stacjach zanotowano stężenia wyraźnie wyższe od dopuszczalnych Okresy ze stężeniami średniodobowymi powyżej 50 $\mu g/m^3$ wystąpiły w dniach 8 - 10, 15 –16, 23 - 26 stycznia. W tych okresach średnie wartości parametrów meteorologicznych obliczone na podstawie pomiarów wynosiły:

- temperatura powietrza w aglomeracji:-6°C, -7,3°C i -12,3°C przy średniej miesiąca -5,4°C;
- prędkość wiatru 1,4 m/s, 1,8 m/s i 1,5 m/s przy średniej miesiąca 2,3 m/s.

W Tczewie w tych samych okresach zanotowano odpowiednio:

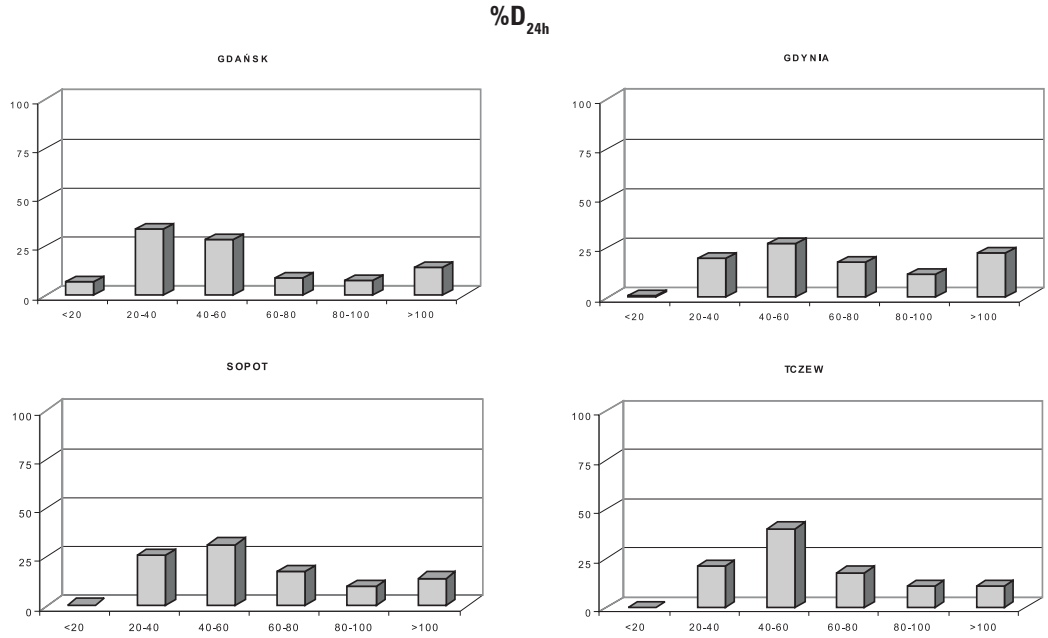
- temperatura powietrza -10,8°C, -9,9°C, -15,8°C przy średniej miesiąca -8,5°C;
- prędkość wiatru 0,3 m/s, 1,5 m/s i 1,6 m/s przy średniej miesiąca 1,8 m/s.

Podobny okres ze stężeniami powyżej 50 $\mu g/m^3$ na wszystkich stacjach zaobserwowano we wrześniu w dniach od 12 do 14.W tym okresie średnia temperatura powietrza na stacjach wynosiła 16,6°C w aglomeracji i 15,3°C w Tczewie. Zmierzona prędkość wiatru odpowiednio 1,3 m/s i 1,0 m/s.

Stan zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 analizowano również na podstawie obliczeń częstości występowania określonych wartości stężeń średniodobowych.

W tabeli poniżej i na histogramach (rycina 32) przedstawiono częstość występowania określonych przedziałów wartości stężeń pyłu PM10 o czasie uśredniania 24h.

Przedział $\%D_{24h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń pyłu PM10 [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	6,7	0,9	0,6	0,0
20-40	33,7	19,8	26,0	20,7
40-60	28,7	27,4	31,6	40,2
60-80	8,9	17,5	17,5	17,6
80-100	7,8	11,7	10,2	11,0
>100	14,2	22,7	14,1	10,5



Ryc. 32. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń [µg/m³]

Najwięcej wyników mieści się w przedziale od 20-40% normy, określanym jako dobry stan powietrza. Wyników powyżej 100% normy (stan powietrza zły) zanotowano:

w Gdańsku	14,2%
w Gdyni	22,7%
w Sopocie	14,1%
w Tczewie	10,5%

Również na podstawie analizy częstości występowania określonych wartości stężeń można stwierdzić, że jakość powietrza we wszystkich miastach objętych pomiarami ARMAAG - z uwagi na zanieczyszczenie pyłem - jest niedostateczna.

3.4. Tlenek węgla

Tlenek węgla mierzony był w sześciu stacjach ARMAAG przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 48C referencyjną metodą absorpcji w podczerwieni.

Tabela 16. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2006

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	97,0	98,2	95,7	1,03
AM4 - Gdynia Pogórze	97,4	96,5	98,4	0,98
AM5 - Gdańsk Szadółki	95,5	94,0	97,1	0,97
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,2	97,7	98,7	0,99
AM7 - Tczew ul. Targowa	98,6	98,6	98,5	1,00
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	96,1	92,3	99,8	0,92
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Od 2002 roku obowiązują nowe zasady określania dopuszczalnego poziomu stężeń tlenku węgla. Czas uśredniania dopuszczalnych poziomów stężeń wynosi zgodnie z Rozporządzeniem[1] 8h.
W chwili obecnej 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-godzinną przypisuje się dobie, w której się ona kończy; pierwszym okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 17.00 dnia poprzedniego do godziny 01.00 danego dnia; ostatnim okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 16.00 do 24.00 tego dnia.

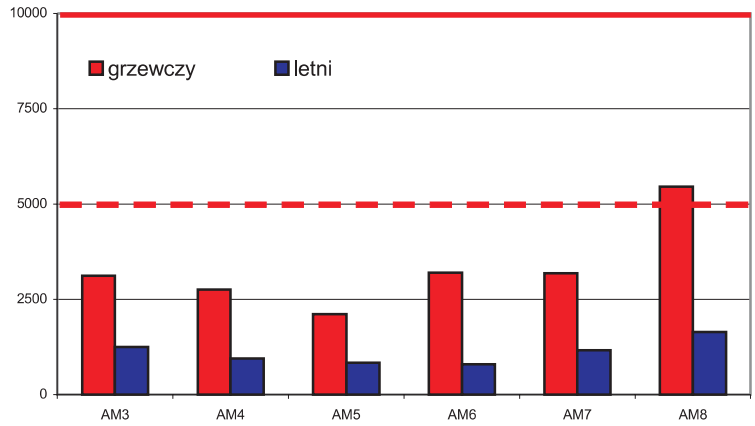
Wartości maksymalnych stężeń 8h w sezonie grzewczym i letnim przedstawiono w tabeli 17 i na rycinie 33.
W poszczególnych stacjach w roku 2006 stężenia tlenku węgla przedstawiały się następująco:

[1] Rozporządzenie MŚ z dnia 6 czerwca 2002

Tabela 17. Maksymalne stężenia 8h kroczące tlenku węgla

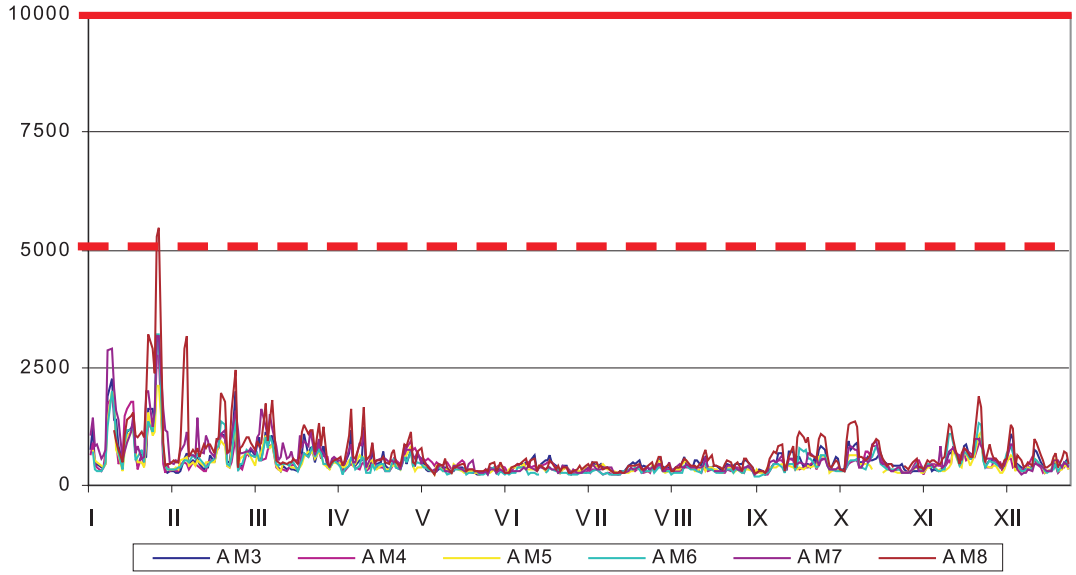
Stacja	Stężenia 8h kroczące $\mu g/m^3$	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM3 - Gdańsk Nowy Port	3114,7	1251,4
AM4 - Gdynia Pogórze	2760,5	946,4
AM5 - Gdańsk Szadółki	2109,5	836,8
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	3198,5	799,8
AM7 - Tczew ul. Targowa	3186,7	1163,4
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	5459,5	1645,5
Dopuszczalny poziom tlenku węgla w powietrzu [$\mu g/m^3$]	obszar	uzdrowisko
	10000	5000

Maksymalne 8h stężenia tlenku węgla były niższe od wartości dopuszczalnych i osiągały poziom od 8,4 % (AM5) do 64% (AM6) wartości dopuszczalnych.
We wszystkich stacjach pomiarowych stężenie tlenku węgla w okresie grzewczym było wyższe prawie trzykrotnie niż w okresie letnim.



Ryc. 33. Maksymalne kroczące 8h stężenia tlenku węgla [[$\mu g/m^3$]

Przebieg 8h stężeń kroczących na wszystkich stacjach, mierzących tlenek węgla, przedstawiono na rycinie 34.



Ryc.34. Przebiegi stężeń tlenku węgla 8h kroczące w stacjach sieci ARMAAG [µg/m³]

Najwyższe poziomy stężeń notowane były w stacji nr 8 w Gdańsku przy ul. Leczkowa, w rejonie rozproszonej zabudowy jednorodzinnej o mieszanym systemie ogrzewania i będącym jednocześnie pod wpływem emisji z wysokich emitorów elektrociepłowni ECII. Maksymalne stężenie tlenku węgla **1h = 5823,1 µg/m³** zmierzono w dniu 26 stycznia o godzinie 21 przy temperaturze minus 11,8^{0}C i prędkości wiatru 1,2 m/s z kierunku zachodniego i wilgotności 80,7%.

Najwyższe stężenie 8h wyliczone ze stężeń kroczących = **5459,5 µg/m³** odnotowano w dniu 27 stycznia.

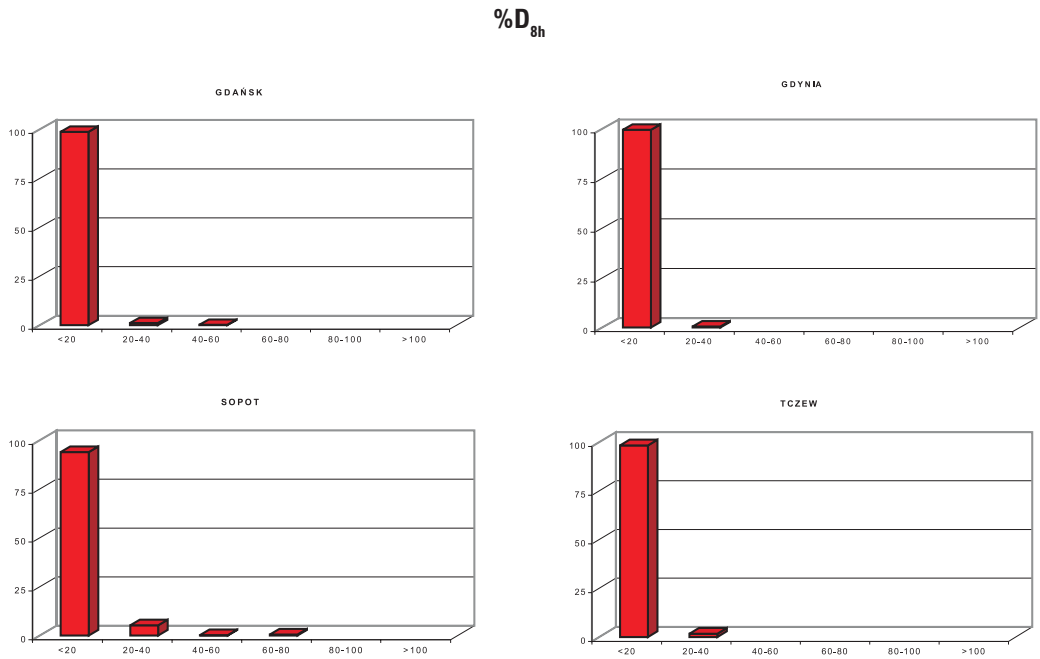
Na obszarze objętym pomiarami sieci ARMAAG prawie 100% wyników mieści się w zakresie do 20% normy.

Jedynie w Gdańsku odnotowano 0,3% wyników w zakresie do 40% normy, zaś w Sopocie takich wyników było 2,2%.

W Gdyni i Tczewie stężenia tlenku węgla mieszczą się całkowicie w przedziale do 20% normy.

Przedział $\%D_{8h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	98,8	99,4	93,9	98,4
20-40	1,0	0,6	5,2	1,6
40-60	0,2	0,0	0,3	0,0
60-80	0,0	0,0	0,6	0,0
80-100	0,0	0,0	0,0	0,0
>100	0,0	0,0	0,0	0,0

Na rycinie 35 przedstawiono procentowe udziały wartości stężeń 8h kroczących tlenku w poszczególnych miastach.



Ryc.35. Częstość występowania stężeń tlenku węgla 8h w określonych przedziałach wartości

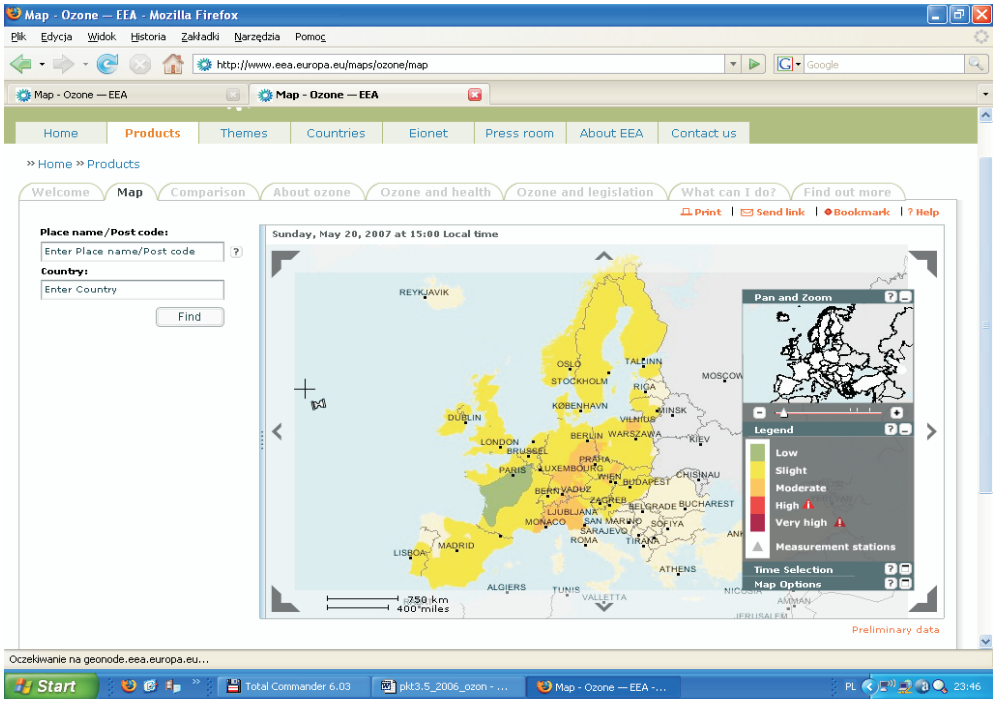
3.5. Ozon

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w wyniku reakcji tlenu z tlenkiem azotu, 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).

W roku 2006 uruchomiona została strona internetowa projektu ozoneweb Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska, na której prezentowane są wyniki pomiarów ozonu z wielu krajów europejskich. Strona internetowa zlokalizowana jest pod adresem http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/welcome

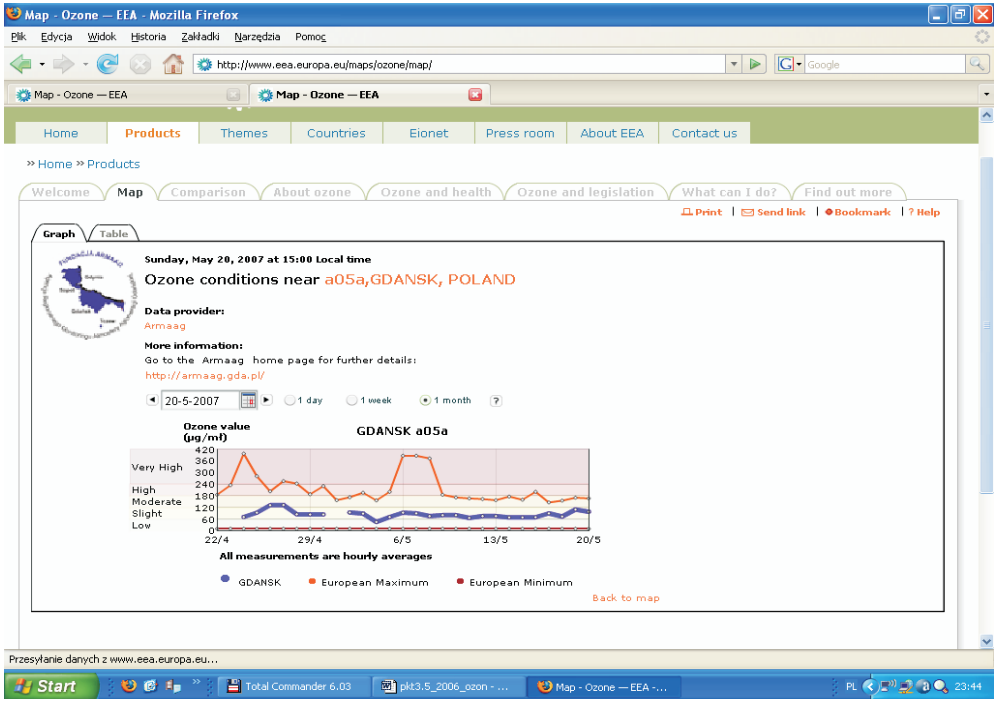
W projekcie ozoneweb biorą udział cztery stacje ARMAAG, tj. AM4, AM5, AM8 i AM9.

Stronę główną projektu pokazano na rycinie 36.



Ryc.36. Strona główna internetowego serwisu ozone web EEA

Poniżej na rycinie 37 internetowa strona z wynikami projektu EEA Europa.



Ryc.37.Wyniki pomiarów stacji ARMAAG na stronie serwisu ozoneweb EEA

Kompletność serii pomiarowych po wykonaniu procedur walidacji wynosiła:

Tabela 18. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2006

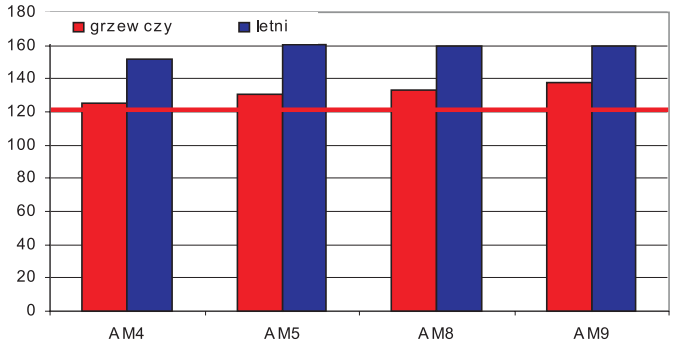
Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM4 - Gdynia Pogórze	98,2	97,7	98,7	0,99
AM5 - Gdańsk Szadółki	96,2	95,3	96,8	0,98
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	98,4	97,0	99,9	0,97
AM9 - Gdynia Redłowo	99,0	98,8	99,2	0,99

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

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 8h obliczono zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu MŚ z czerwca 2002 jako stężenia kroczące.
Stężenia 8-godzinne powyżej normy dopuszczalnej = **120 μg/m³** wystąpiły 25 razy w ciągu roku.
Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu obliczonych ze stężeń kroczących w roku 2006 przedstawiono w tabeli 19 i na rycinie 38.

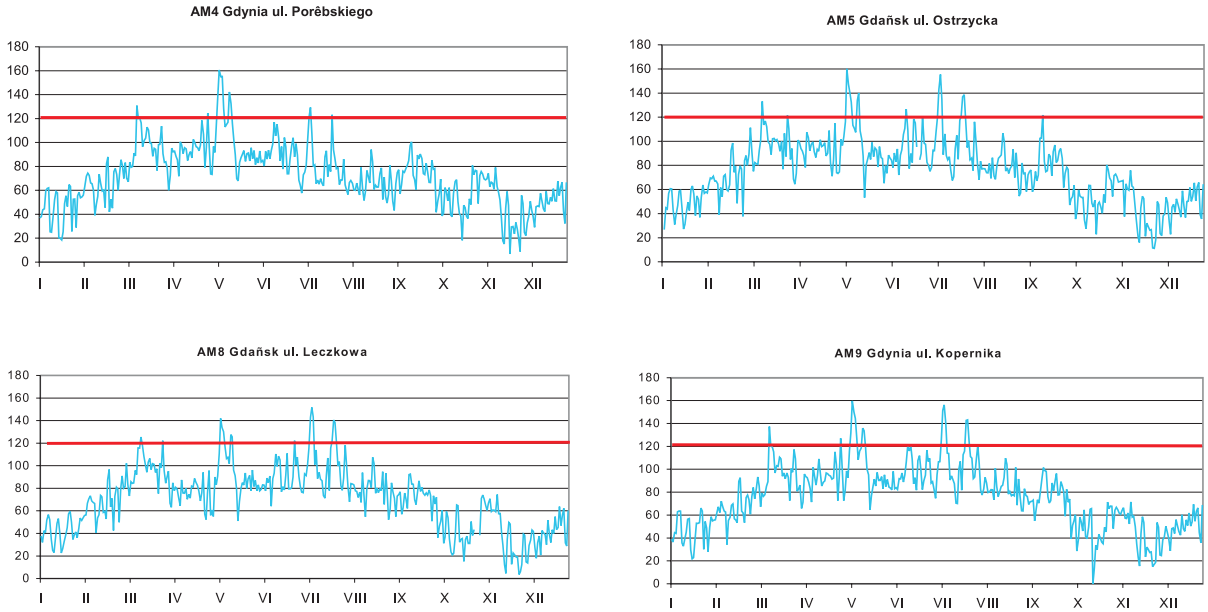
Tabela 19. Maksymalne wartości stężeń ozonu 8h w roku 2006

Stacja	Stężenia 8-godzinne		Termin wystąpienia stężenia maks.	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM4 - Gdynia Pogórze	130,9	160,7	9 marca 2006	5 maja 2006
AM5 - Gdańsk Szadółki	133,2	160,1	9 marca 2006	5 maja 2006
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	125,5	151,8	11 marca 2006	26 lipca 2006
AM9 - Gdynia Redłowo	133,9	160,1	9 marca 2006	5 maja 2006
Dopuszczalny poziom ozonu w powietrzu 8 godzinna krocząca [μg/m^3]	120			
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	25			
Liczba przekroczeń w ciągu roku kalendarzowego	25			



Ryc.38. Maksymalne stężenia ozonu 8h kroczące w sezonie letnim i grzewczym [µg/m³]

Stężenia wyższe niż poziom dopuszczalny występowały najczęściej w godzinach pomiędzy 18 a 23.
Na rycinie 39 pokazano przebiegi kroczących stężeń 8h w kolejnych dobach roku 2006.



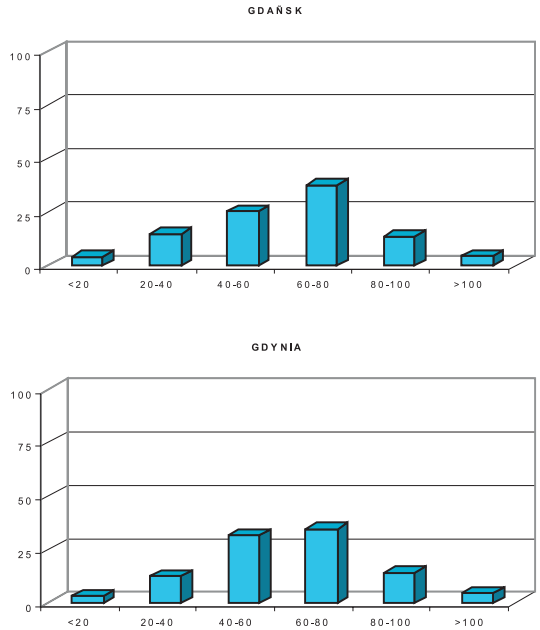
Ryc.39 Przebiegi 8 h kroczących ozonu w kolejnych dobach roku

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Jak już wspomniano, bardzo ważnym parametrem jest częstość występowania określonych przedziałów stężeń. Poniżej przedstawiono częstości występowania stężeń w przedziałach, określających stan jakości powietrza obliczonych dla dwóch miast, w których prowadzone są pomiary ozonu.

Tabela 20. Częstość występowania określonych wartości stężeń ozonu [%]

Przedział $\%D_{8h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń O_3[%]	
	Gdańsk	Gdynia
<20	4,14	2,9
20-40	14,9	12,6
40-60	25,2	31,4
60-80	37,7	34,5
80-100	13,7	14,0
>100	4,4	4,7



Ryc.40 Częstość występowania określonych poziomów stężenia ozonu w 2006 roku w odniesieniu do 8 h kroczących

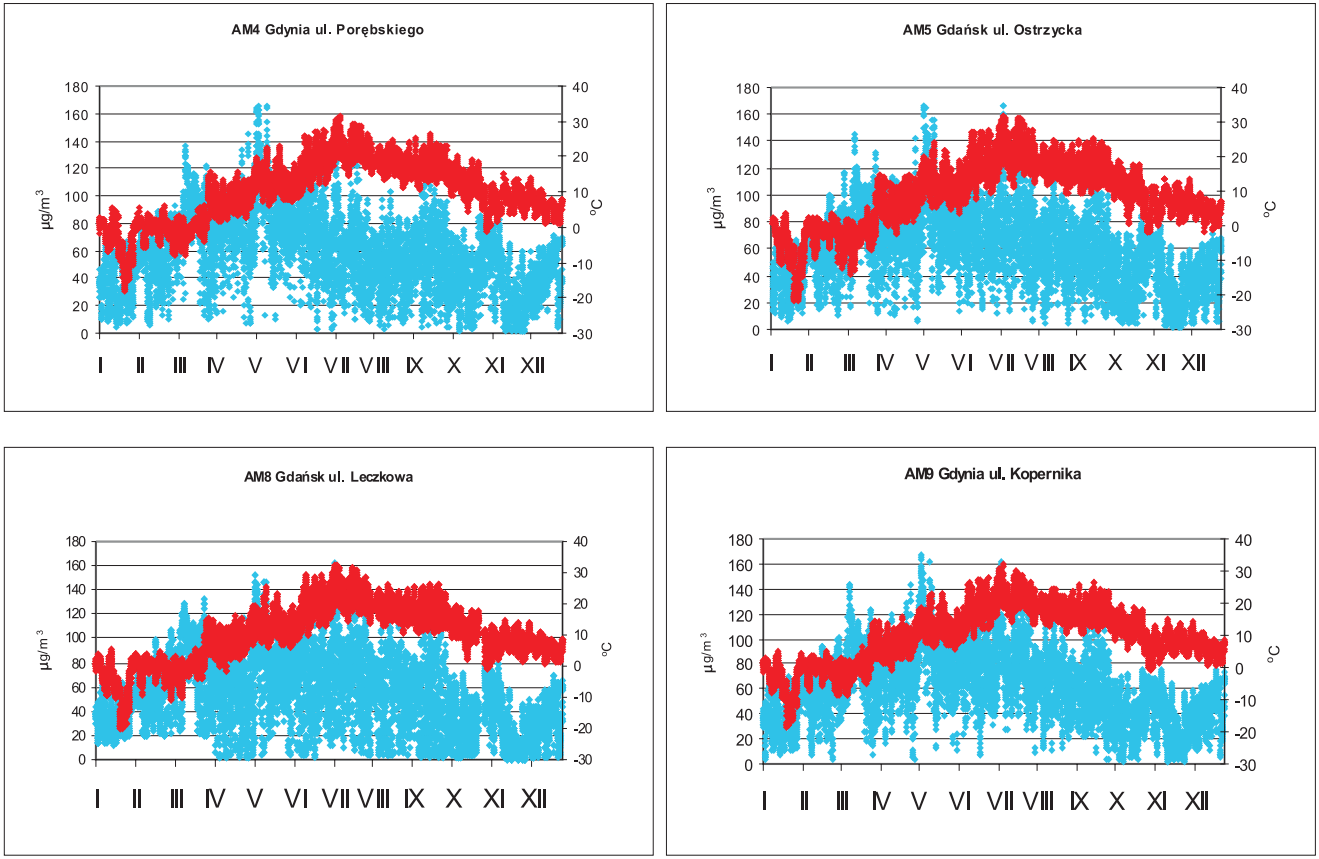
Zarówno w Gdańsku, jak i w Gdyni poziomy stężeń ozonu w określonych przedziałach stężeń są podobne. Jak pokazano na rycinie 40, przeważająca ilość stężeń występuje w przedziale do 80% **(96 μg/m³)** normy.
Innymi normowanymi stężeniami są stężenia alertowe („próg informowania społeczeństwa") i alarmowe. W aglomeracji trójmiejskiej w roku **2006 nie zanotowano ani jednego przypadku** wystąpienia stężenia powyżej progu informowania = **180 μg/m³**.

Tabela 21. Maksymalne wartości stężeń ozonu 1h w roku 2006

Stacja	Stężenia maksymalne [μg/m³]	Termin	Warunki meteorologiczne
AM4 Gdynia Pogórze	165,3	2006-05-06 21:00	Ciśnienie = 1027,6 hPa; Prędkość wiatru = 3,4 m/s; Temperatura = 16,0 °C; Wilgotność = 42,2 %
AM5 Gdańsk Szadółki	166,8	2006-07-07 17:00	Ciśnienie = 1001,1 hPa; Prędkość wiatru = 4,7 m/s; Temperatura = 31,5 °C, Wilgotność = 43,3 %
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	161,6	2006-07-07 17:00	Ciśnienie = 1005,1 hPa; Prędkość wiatru = 3,1 m/s; Temperatura = 32,6 °C; Wilgotność = 40,6 %
AM9 Gdynia Redłowo	167,8	2006-05-05 20:00	Ciśnienie = 1021,0 hPa; Prędkość wiatru = 1,6 m/s; Temperatura = 14,6 °C; Wilgotność = 45,9 %
1h - próg informowania społeczeństwa [μg/m³]	180		
1h - wartość alarmowa [μg/m³]	240		

Za wyjątkiem stacji na Szadółkach (najbardziej oddalona od brzegu morskiego) najwyższe stężenia ozonu wystąpiły nad ranem.

Charakterystyczne zależności stężeń ozonu od temperatury przedstawiono na rycinie 41.

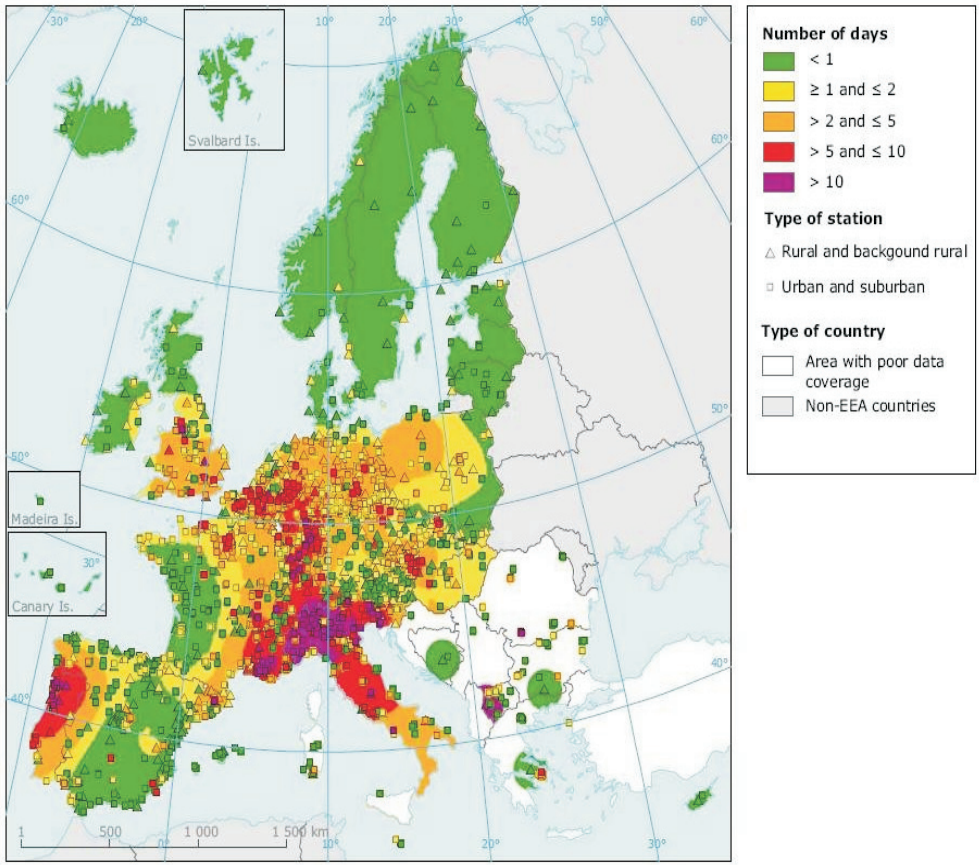


Ryc. 41. Przebiegi stężeń ozonu 1h i temperatury w okresie pomiarowym 01.01 - 31.12.2006

Od roku 2003 w sieci Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska (EOINET) wyniki stężeń ozonu prezentowane są na stronie: http://airclimate.eionet.eu.int/databases/o3excess/o3_excess2004.html. Raportowaniem objęte są 34 kraje. Podawane są ilości przekroczeń stężeń alertowych i alarmowych oraz daty ich występowania.

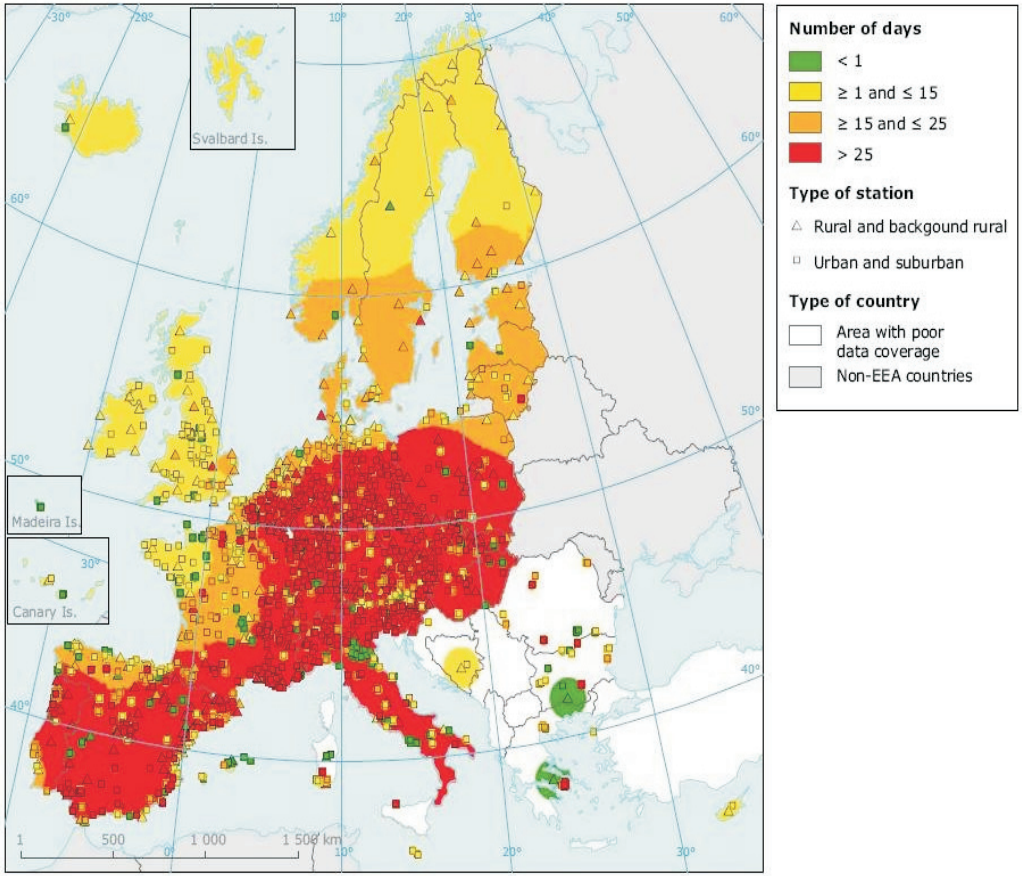
Poniżej prezentujemy wyniki pomiarów ozonu w Europie w roku 2006 , zamieszczone na mapach prezentowanych na stronie internetowej : http://air.climate.eionet.eu.int/databases/o3excess/o3_excess2006 summer_maps.html.

Map 2.1 Number of days with exceedance of the information threshold



Ryc.42. Mapa ozonu-ilość dni ze stężeniami powyżej progu informowania

Map 2.2 Number of days with exceedance of the long-term objective for the protection of human health



Ryc. 43. Mapa ozonu – ilość dni z stężeniami powyżej 120 μg/m³

3.6. Zanieczyszczenia specyficzne

W 2006 roku się zakres pomiarów substancji specyficznych nie uległ zmianie. W 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 dwutlenku węgla.

Tabela 22. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2006

Zanieczyszczenie	Stacja	% ważnych danych		
		rok	sezon grzewczy	sezon letni
Benzen (BTX)	*AM10*	*61,7*	*49,2*	*74,1*
Dwutlenek węgla (CO_2)	AM3	94,0	96,9	91,1
	AM4	95,9	95,4	96,5
Amoniak (NH_3)	*AM10*	*48,2*	*20,8*	75,4
Minimalny procent ważnych danych dla benzenu		90	90	90

Z przedstawionych danych wynika, że ilość ważnych danych upoważnia do obliczenia wartości średniorocznych dla dwutlenku węgla. Natomiast dla pozostałych mierzonych substancji ilość ta nie była wystarczająca .
Serie pomiarowe nie spełniają wymagań Decyzji Komisji Europejskiej (Decyzja Rady ustanawiająca system wzajemnej informacji i danych pochodzących z sieci i poszczególnych stacji dokonujących pomiarów zanieczyszczeń otaczającego powietrza-97/101/WE) dla obliczenia parametrów statystycznych.

3.6.1 Węglowodory BTEX

Węglowodory BTEX to mieszanina benzenu i jego alkilo-pochodnych takich jak toluen, ksyleny, etylobenzen, 1,2,4- oraz 1,3,5-trimetylobenzen. Do związków szczególnie toksycznych należy benzen. To najprostszy węglowodór aromatyczny, lotny, wonny, palny, lżejszy od wody i nie rozpuszczający się w niej. Wykazuje on silne działanie rakotwórcze.

W sieci ARMAAG do pomiaru benzenu stosowany jest automatyczny samo- kalibrujący chromatograf gazowy z detekcją płomieniowo-jonizacyjną typu monitor Chrompack CP 7001. Ten sposób pomiaru węglowodorów BTEX uznany jest za metodę referencyjną[1] . Pobór próby w tym aparacie dokonywany jest automatycznie.

[1] Rozporządzenia MŚ z dnia 6 czerwca 2002 zał. 6

W chwili obecnej normowany jest średnioroczny poziom benzenu. W rozporządzeniu o wartościach odniesienia[2] 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 23.

Stężenia węglowodorów aromatycznych zmierzonych w stacji AM10 w roku 2005 przedstawiały się następująco:

*Tabela 23. Stężenia węglowodorów aromatycznych (BTX i etylobenzen)**

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu[$\mu g/m^3$]				Termin wystąpienia stężeń maksymalnych	Warunki meteorologiczne
	wartości średnioroczne		wartości 1h			
	średnioroczne	poziom dopuszczalny lub wartość odniesienia	stężenie maksymalne	wartość odniesienia		
benzen	-	5,0	*16,5*	30	06-01-10 18:00	Ciśnienie = 1028,5 hPa; Prędkość wiatru = 1,2 m/s; Temperatura = -1,8 ^{0}C; Wilgotność = 76,5 %
ksyleny	-	10,0	*112,7*	100	06-07-18 19:00	Ciśnienie = 1017,7 hPa; Prędkość wiatru = 2,8 m/s; Temperatura = 24,0^{0}C; Wilgotność=58,1 %
toluen	-	10,0	*51,4*	100	06-04-20 05:00	Ciśnienie = 1014,8 hPa; Prędkość wiatru = 1,9 m/s; Temperatura = 4,6 ^{0}C; Wilgotność = 78,3 %
etylobenzen	-	38,0	*35,1*	500	06-04-23 22:00	Ciśnienie = 1017,3 hPa; Prędkość wiatru = 0,6 m/s; Temperatura = 8,4 ^{0}C; Wilgotność = 66,2 %

** Wartości stężeń maksymalnych z niepełnych serii pomiarowych.*

Ze względu na niekompletność serii pomiarowych nie poddaje się ocenie przedstawianych wyników w niniejszym raporcie.

3.6.2 Amoniak

Amoniak mierzony jest w stacji nr 10 w Gdyni przy ul. Wendy. Lokalizacja miernika została wskazana jako reprezentatywna dla monitorowania tła tego zanieczyszczenia w rejonie portu. Zmierzone stężenia zestawiono w tabeli 24, w której podano również warunki meteorologiczne towarzyszące wystąpieniu stężenia maksymalnego.

[2] Rozporządzenie MŚ z dnia 1 stycznia 2003

Tabela 24. Wartości stężeń amoniaku średniorocznych i maksymalnych w 2006 roku

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu[$\mu g/m^3$]				Termin wystąpienia stężeń maksymalnych	Warunki meteorologiczne
	wartości średnioroczne		wartości 1h			
	średnioroczne	wartość odniesienia	stężenie maksymalne	wartość odniesienia		
AMONIAK (NH_3)	-	50	*24,1*	400	2007-01-06 9:00	ciśnienie 1027,5 hPa prędk.wiatru 0,9 m/s temp. -12,5^{0}C wilg. 87,3 %

Również do amoniaku odnosi się uwaga o niekompletności serii pomiarowej i oceny wyników.

3.6.3 Dwutlenek węgla

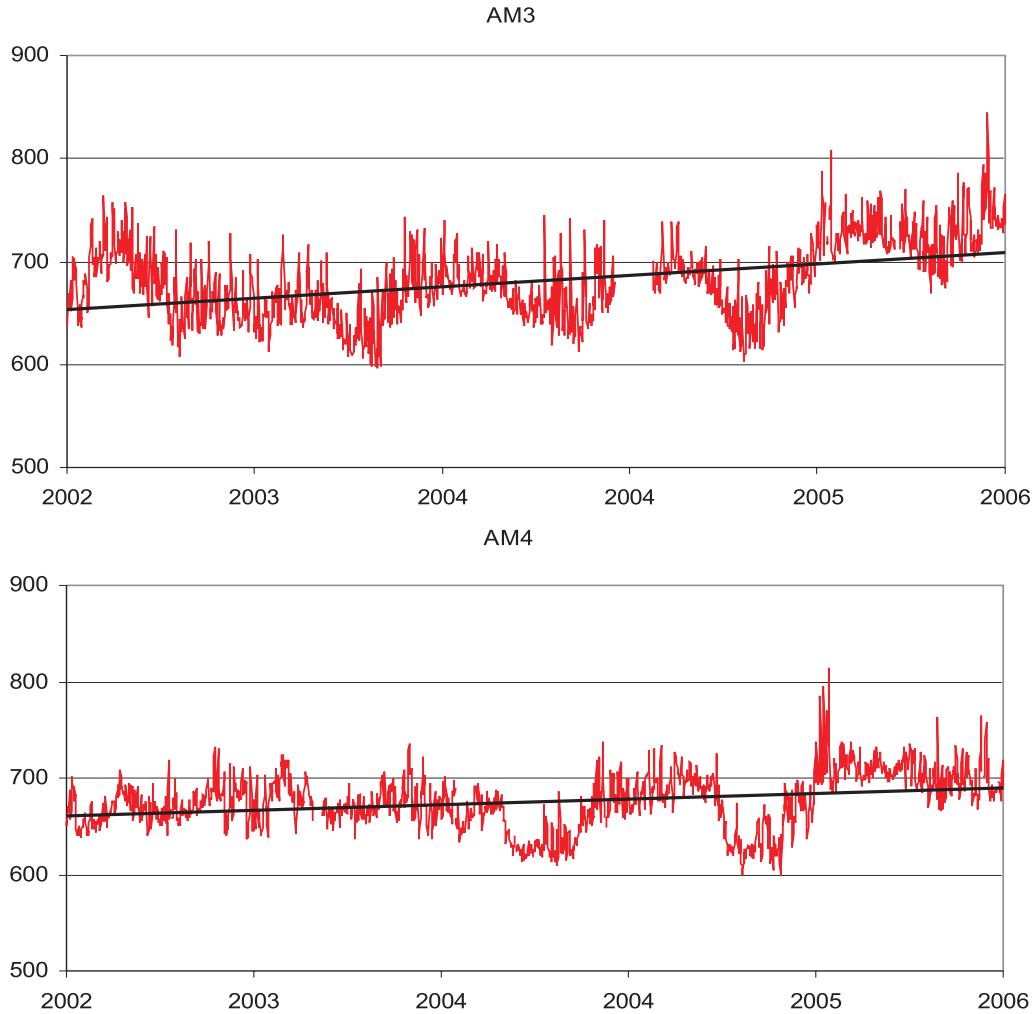
Dwutlenek węgla uważany jest za podstawowy gaz cieplarniany. Monitorowanie jego stężenia w atmosferze jest jednym z instrumentów obserwacji zmian klimatycznych.

W sieci ARMAAG dwutlenek węgla monitorowany jest w dwóch stacjach AM3 i AM4 zlokalizowanych w rejonie oddziaływania zawodowych elektrociepłowni. Stężenia dwutlenku węgla i towarzyszące wystąpieniu maksymalnej wartości chwilowej parametry meteorologiczne pokazano w tabeli 25.

Tabela 25. Wartości stężeń dwutlenku węgla średnioroczne i maksymalne w 2006 roku

Dwutlenek węgla	Stężenia substancji w powietrzu[mg/m^3]			Termin wystąpienia stężenia maksymalnego	Warunki meteorologiczne
	średnioroczne	stężenie maksymalne			
		sezon grzewczy	sezon letni		
(AM3)	728,1	879,3	955,9	2006-06-06 05:00	ciśnienie 1023,2 hPa
(AM4)	707,1	870,7	1089,9	2006-07-04 05:00	ciśnienie 1021,7 hPa prędk. wiatru 0,7 m/s temp. 17.3 ^{0}C wilgotność 93,9 %

Zmiany wartości stężeń oraz trend zmian w prowadzonych od 10 latach badaniach pokazano na rycinie 44.



Ryc.44. Zmiany wartości średniodobowych stężeń dwutlenku węgla wraz z linią trendu

Gdańsk Municipal Transportation Project

GDAŃSK
Zielone Miasto

Gdańsk is located in the North Poland at the Baltic Sea. It is a large port and industrial city. Being more than one thousand years old Gdańsk is reach in monuments, objects of arts and culture. It has interesting history, and at present the city develops in accordance with sustainable development rules. The population of the city is almost 462 000.
The quality of enivornment improves. The emission of air pollutants has been decreased in recent years. The main source of air pollutants are: tranporst, industry and domestic heating. Transportation is a determining factor influecing the air quality in the city. The existing communication system is not sufficient, because the number of vehicles has significantly increased.
The Muncipality of Gdańsk encuorages its citizens to use public transport, invests in modernization of existing infrastructure as well as in development of the new one. There is a good air quality monitoring system in the city. The Municpality of Gdańsk founded The ARMAAG Fundation which is responsible for measuring air poluttants in the Agglomertaion of Gdańsk and for preparing information about the air quality. The monitoring data are useful for local authorities and citizens.
One part of the Tranportation Projects is described below .

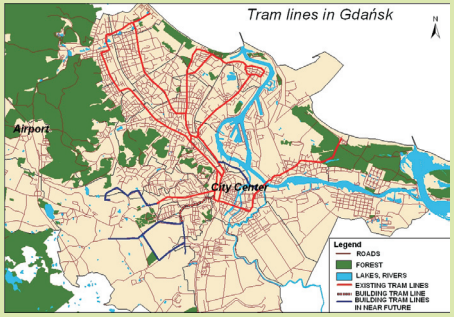
Old city
Source : www.gdansk.pl

Old city
Source : www.gdansk.pl

Gdańsk Municipal Transportation Project is co-finaced by the European Union.

Projects includes:

- *Modernization of the tramway system at a distance of 19,9 kilometres (electric traction, power and track way)*
- *Building a new tram line (length 2,9 kilometers)*
- *Purchase of 3 new tram cars and 28 buses*

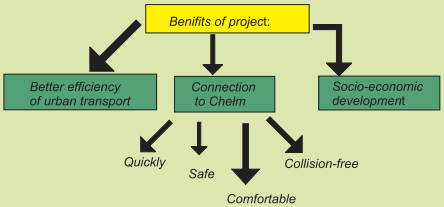


Present tram
Source : www.gdansk.pl

Stages of project:

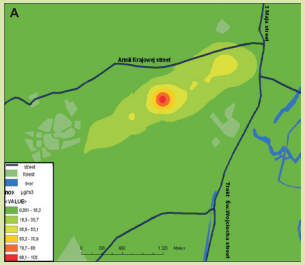
- *First stage 2005 - 2008 - modernization of the tram infrastructure in the City Centre*
- *Second stage 2006-2008 :*
  - *Completion of the modernization tasks*
  - *Construction of new tram line between City centre and Chełm district*

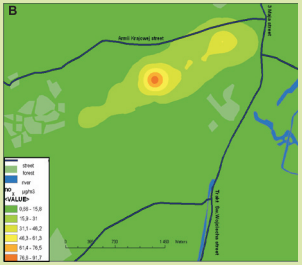
New tram
Source : www.gdansk.pl



Result of project:

- *Improvement of the transport service (more passengers, more comfort)*
- *Shorter time of travelling*
- *Reduction of traffic jams in the city centre especially in rush houres*
- *Improvement of the air quality*





Implementation of the Gdańsk Municipal Transportation Project will influence the number of users of Armi Krajowej street (important street in the city centre). It assumes that 4000 people will pass by the street during roush houres.The reduction of nitrogen oxides contcentration calculated on the base of mathematical model CALPUFF will form an ecological effects of the project.
The expected result of the project has been illustrated on the figures:
figure A - traffic at the existing volume (cars + buses)
figure B - traffic after development tram connection:
reduction in number of buses - 80 %
reduction in number of cars - 20%
reduction of nitrogen oxides concetration - about 15 μg/m³

Armii Krajowej street

Morning traffic jam on Armii Krajowej street (The new line tram will be constructed between two lanes on the street).

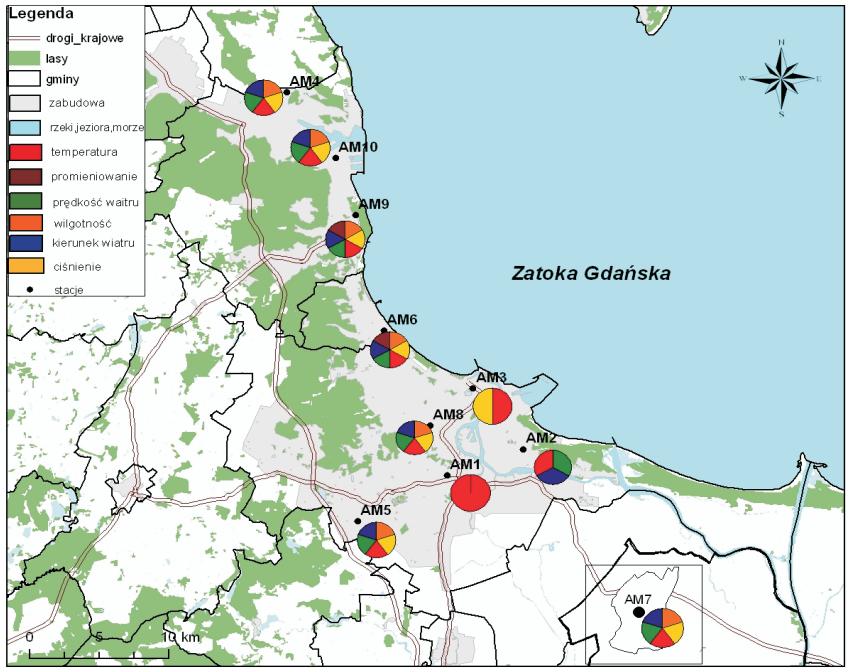
Prepared by: Michalina Bielawska, Dagmara Nagórka-Kmiecik, Krystyna Szymańska

4. WARUNKI METEOROLOGICZNE

Równolegle z pomiarami stężeń substancji zanieczyszczających w 2006 roku prowadzone były pomiary podstawowych elementów meteorologicznych: ciśnienia atmosferycznego, temperatury i wilgotności względnej powietrza, kierunku i prędkości wiatru. Większość stacji mierzy wyżej wymienione parametry meteorologiczne, wyjątek stanowią stacje AM1, AM2 i AM3, które realizują zmniejszony program pomiarowy. Z kolei stacje AM6 i AM9 mają zwiększony program pomiarowy o natężenie promieniowania słonecznego. Lokalizację stacji i zakres przedstawiono na poniższej rycinie (ryc.45). Należy pamiętać, że rozmieszczenie stacji jest dostosowane do pomiaru zanieczyszczeń i nie zawsze jest reprezentatywne w odniesieniu do pomiaru elementów meteorologicznych.

Pomiary meteorologiczne są niezbędne ze względu na ich duży wpływ na dyspersję zanieczyszczeń powietrza. Warunki meteorologiczne są zmienne z roku na rok, co ma wpływ na wielkość stężeń poszczególnych zanieczyszczeń. Poniżej przedstawiono analizę warunków meteorologicznych za okres pięcioletni. Pomiary parametrów meteorologicznych rejestrowane są co 30 minut 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 95% (tab.26). Nieprawidłowości w funkcjonowanie czujnika prędkości wiatru przez dłuższy czas wystąpiły na stacji AM10 Gdynia Śródmieście.



Ryc.45. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście oraz zakres pomiarów meteorologicznychod 2002 roku

Tabela 26. Dyspozycyjność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2006 roku

Stacja	temperatura	kierunek wiatru	prędkość wiatru	ciśnienie	wilgotność
AM1 Gdańsk Śródmieście	98,1	-	-	-	-
AM2 Gdańsk Stogi	98,6	98,6	98,6	-	-
AM3 Gdańsk Nowy Port	97,3	-	-	98,4	-
AM4 Gdynia Pogórze	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1
AM5 Gdańsk Szadółki	96,4	96,3	96,3	96,3	96,4
AM6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,1	98,1	98,1	98,1	98,1
AM7 Tczew ul. Targowa	98,6	98,5	98,5	98,6	98,6
AM8 Gdańsk Wrzeszcz	98,4	98,4	98,4	98,4	98,4
AM9 Gdynia Pogórze	98,6	98,8	98,8	98,6	98,6
AM10 Gdynia Port	96,7	96,7	*55,9*	96,7	96,7

- parametr meteorologiczny nie mierzony na stacji

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

4. WARUNKI METEOROLOGICZNE

4.1 Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych

W poniższej tabeli zestawiono wartości średnie ekstremalne dla okresu grzewczego i letniego wybranych parametrów meteorologicznych za lata 2002-2006.

Tabela 27. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim w latach 2002-2006

Stacja	ciśnienie [hPa]		temperatura [°C]		wilgotność [%]		prędkość wiatru [m/s]	
	okres grzewczy	okres letni	okres grzewczy	okres letni	okres grzewczy	okres letni	okres grzewczy	okres letni
AM1	-	-	4,9	12,0	-	-	-	-
AM2	-	-	4,9	11,9	-	-	3,1	2,7
AM3	1011,9	1012,6	4,3	11,9	-	-	-	-
AM4	1006,6	1007,5	5,8	12,1	84,1	74,3	2,2	1,9
AM5	997,8	996,8	5,1	12,0	84,7	74,9	3,4	2,9
AM6	1011,5	1011,9	5,7	11,9	84,6	78,0	2,3	1,8
AM7	1009,6	1009,7	3,7	11,9	90,4	78,6	2,7	2,1
AM8	1010,3	1010,6	6,3	12,2	83,5	73,5	2,2	1,5
AM9	1004,7	1005,3	5,4	12,3	85,6	76,7	2,7	2,1
AM10	1015,3	1015,6	5,4	12,2	78,0	72,6	2,6	2,0

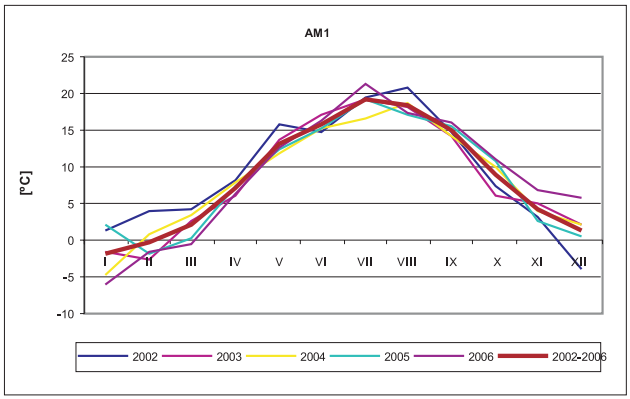
4.2 Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza w latach 2002-2006

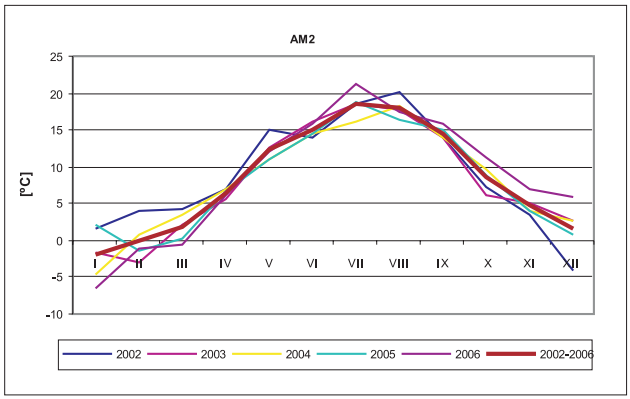
Najwyższa średnia roczna temperatura za lata 2002-2006 wystąpiła na stacji AM4 Gdynia Pogórze 9,7^{0}C, a najniższa na stacjach AM7 w Tczewie 7,5^{0}C i AM3 Gdańsk Nowy Port 7,7^{0}C, co jest spowodowane lokalnymi warunkami położenia obu stacji. Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie (tab.28). Średnie roczne temperatury w poszczególnych latach nieznacznie się różniły od 0,1 do 1,0 ^{0}C.
Amplituda roczna temperatury powietrza za lata 2002-2006 wahała się od 20,0^{0}C na stacjach gdyńskich do 21,8^{0}C na stacji AM7 w Tczewie, co świadczy o większym kontynentalizmie klimatu tej stacji.

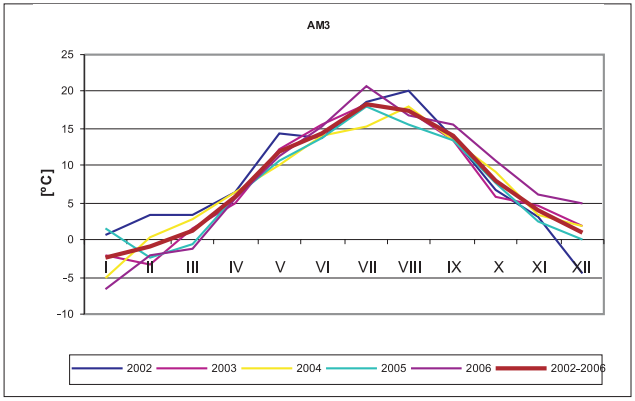
Tabela 28. Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza za lata 2002 -2006 w [^{0}C] na stacjach ARMAAG

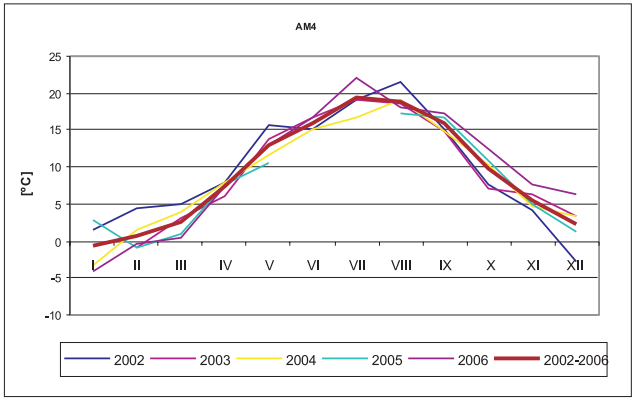
Stacja /miesiąc	AM1	AM2	AM3	AM2	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10
I	-1,8	-1,8	-2,3	-0,8	-2,6	-1,1	-3,7	-1,2	-1,1	-1,0
II	-0,3	-0,1	-0,8	0,7	0,1	0,4	-1,8	0,4	0,1	0,1
III	2,0	1,9	1,3	2,7	2,2	2,5	0,6	2,7	2,3	2,1
IV	7,2	6,5	5,8	7,4	7,0	6,9	6,1	7,5	6,9	6,5
V	13,2	12,4	11,8	12,9	12,7	12,4	12,2	13,6	12,6	12,5
VI	15,7	15,0	14,5	16,0	15,1	15,6	14,4	16,5	15,3	15,2
VII	19,2	18,6	18,2	19,3	18,7	19,2	18,2	19,7	19,0	18,9
VIII	18,4	18,0	17,5	18,9	18,8	18,6	17,3	18,7	18,5	18,4
IX	15,0	14,6	14,0	15,8	14,8	15,3	13,7	16,0	15,3	15,2
X	9,0	8,6	8,0	9,7	8,3	9,3	7,4	10,2	9,3	9,3
XI	4,3	4,7	3,9	5,5	4,1	5,6	3,8	5,4	5,3	5,2
XII	1,3	1,6	0,9	2,2	0,9	2,4	-0,1	2,1	2,1	2,0
ROK	8,7	8,4	7,7	9,7	8,4	8,9	7,5	8,7	8,9	8,8

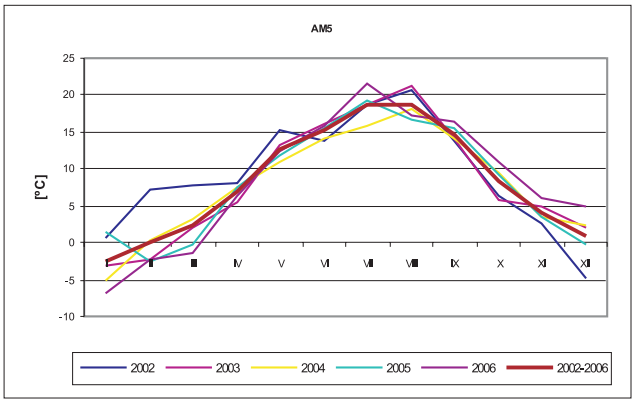
Wykresy średnich miesięcznych temperatur w poszczególnych latach 2002-2006 pokazują nieznacznie różnice (ryc.46). Najzimniejszym miesiącem w badanym pięcioleciu był styczeń, wyjątek stanowi rok 2005 kiedy najchłodniejszym miesiącem był luty. Średnia miesięczna za lata 2002-2006 dla tego miesiąca osiągnęła najniższe wartości na stacji AM7 w Tczewie -3,7^{0}C, a najwyższe na stacji AM4 Gdynia Pogórze -0,8^{0}C (ryc.46 i tab.28). Najcieplejszym miesiącem w badanym okresie był lipiec, z wyjątkiem roku 2002, kiedy najcieplejszym miesiącem był sierpień. Średnia miesięczna lipca za lata 2002-2006 osiągnęła najwyższe wartości na stacjach AM1 Gdańsk Śródmieście (19,2^{0}C) i AM4 Gdynia Pogórze (18,9^{0}C), natomiast najniższe wartości wystąpiły na stacji AM3 Gdańsk Nowy Port (18,2^{0}C) i na stacji AM7 w Tczewie (18,2^{0}C).

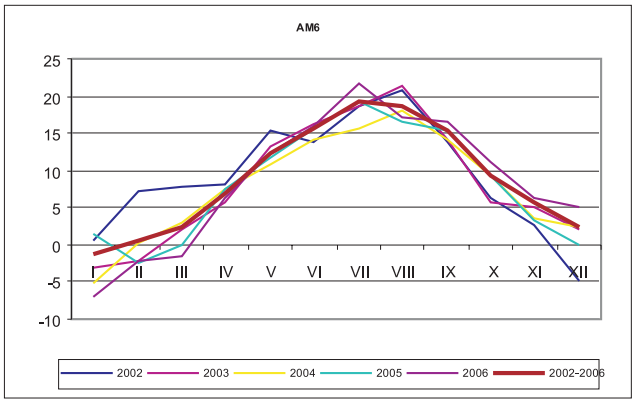


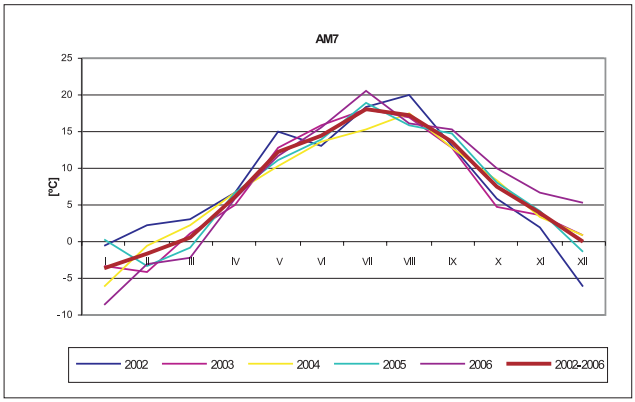


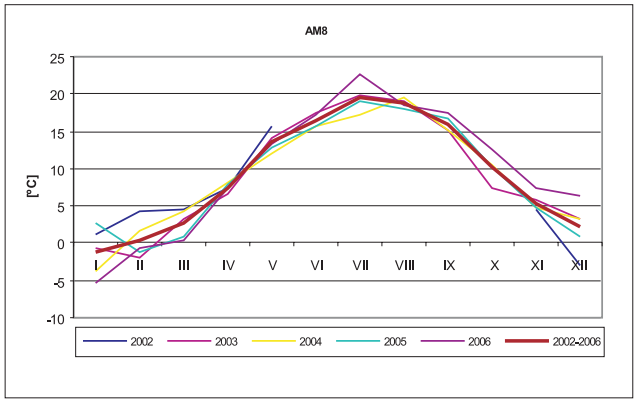

AM3
[°C]
25
20
15
10
5
0
-5
-10
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006

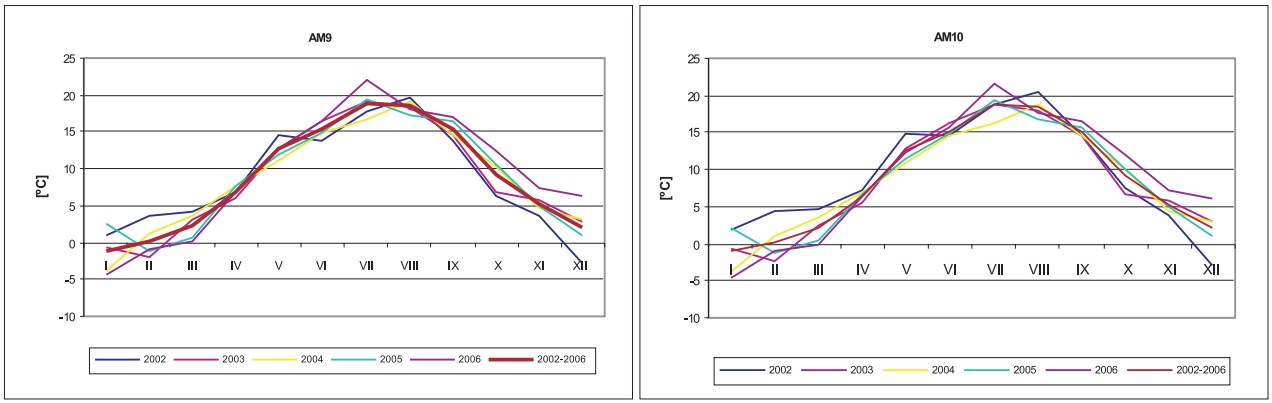

AM4
[°C]
25
20
15
10
5
0
-5
-10
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM5
[°C]
25
20
15
10
5
0
-5
-10
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM6
25
20
15
10
5
0
-5
-10
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM7
[°C]
25
20
15
10
5
0
-5
-10
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM8
[°C]
25
20
15
10
5
0
-5
-10
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006



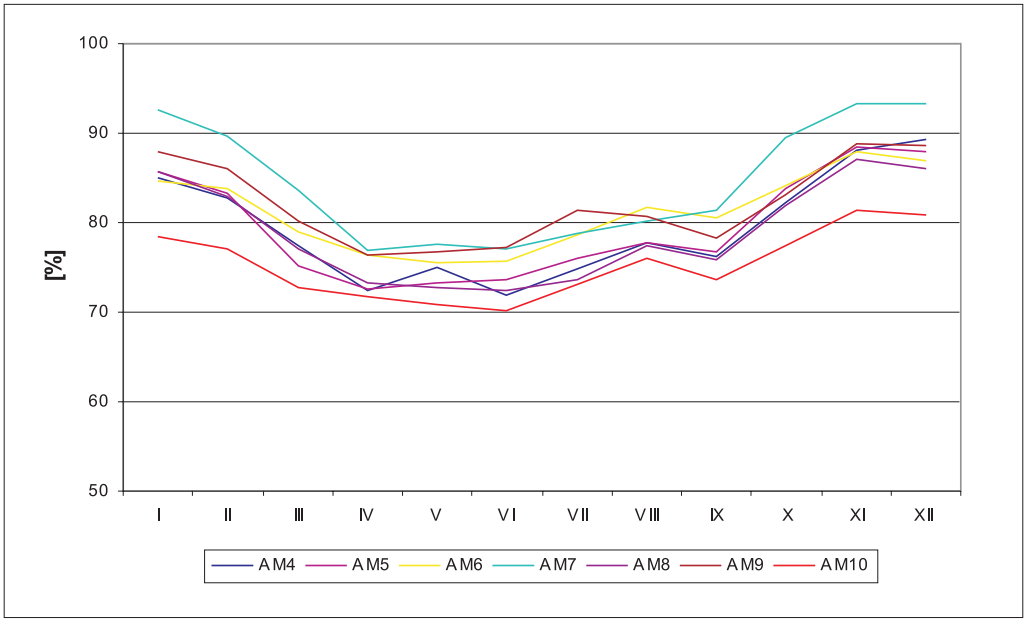
Ryc.46. Roczny przebieg temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w latach 2002-2006

Maksymalne terminowe wartości temperatur w latach 2002-2006 przekroczyły 30^{0}C na wszystkich stacjach osiągając najwyższą wartości w lipcu 2006 roku od 31,1^{0}C na stacji AM3 Gdańsk Nowy Port do 33,8^{0}C na stacji AM6 Sopot (tab.29), wyjątek stanowi stacja AM1, gdzie maksymalna terminowa temperatura wystąpiła w 2002 roku w sierpniu. Najniższe spośród terminowych wartości temperatur odnotowano na stacji AM2 Gdańsk Stogi -25,2^{0}C w dniu 23 stycznia 2006 roku.

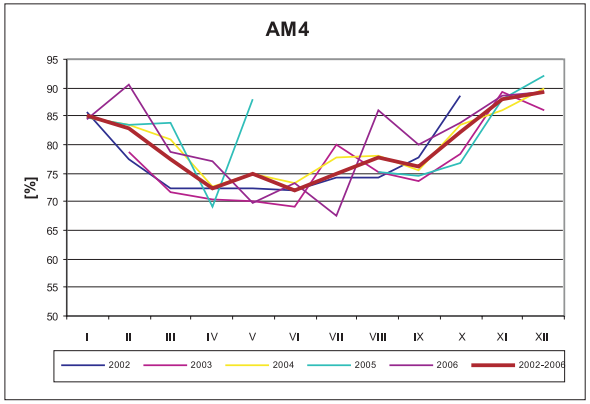
Tabela 29. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006

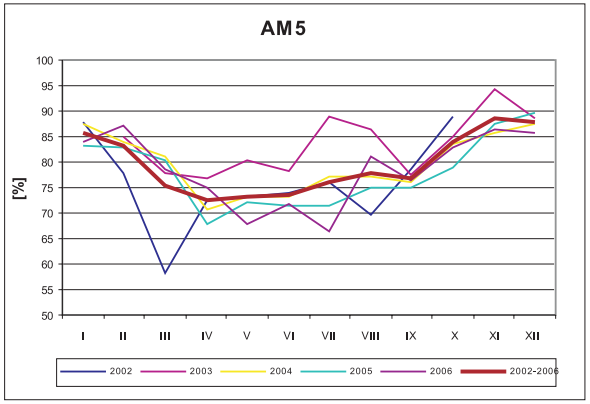
Stacja	Maksimum terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM1	33,5	01-08-02	-24,0	23-01-06
AM2	33,4	07-07-06	-25,2	23-01-06
AM3	31,1	07-07-06	-22,3	07-01-03
AM4	31,6	10-07-06	-18,0	20-01-06
AM5	31,7	07-07-06	-22,6	07-01-03
AM6	33,8	07-07-06	-21,4	07-01-03
AM7	32,4	31-07-02	-24,5	23-01-06
AM8	32,6	07-07-06	-20,0	20-01-06
AM9	32,0	10-07-06	-18,6	20-01-06
AM10	31,4	10-07-06	-18,2	07-01-03

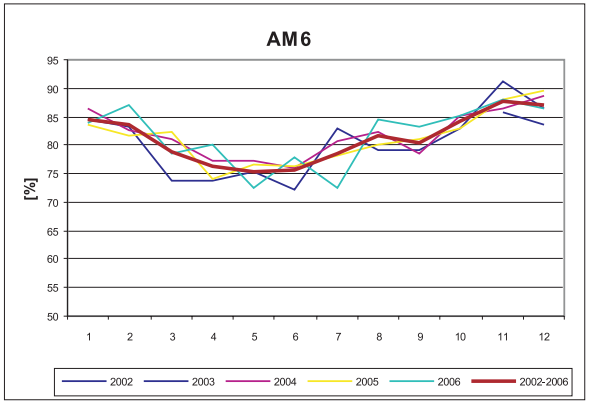
Przebieg wilgotności względnej przedstawia ryc.47. Najwyższe średnie roczne wartości wilgotności w analizowanym okresie wystąpiły na stacji AM7 w Tczewie - 84,4%, a najniższe na stacji AM10 Gdynia Śródmieście -75,4%.
Najniższe wartości wystąpiły w czerwcu i kwietniu na wszystkich stacjach. Najniższa wartość średnia miesięczna za lata 2002-2006 wystąpiła w czerwcu na stacji AM10 Gdynia Śródmieście i wyniosła 70,1%.
W przebiegu rocznym wilgotności względnej można zauważyć maksimum zimowe i dwa minima: wiosenno -letnie i wczesnojesienne.

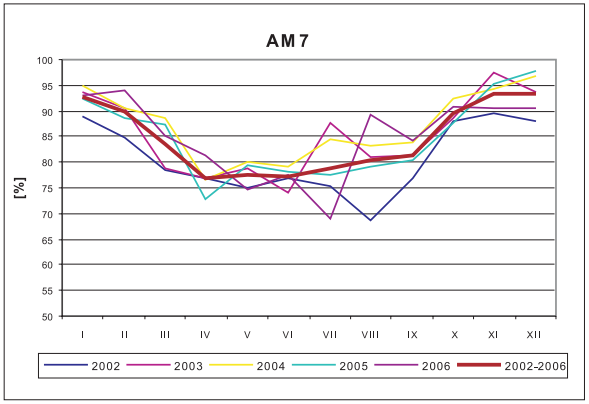


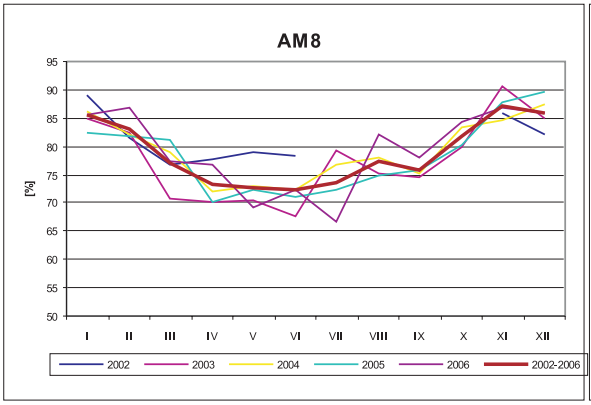
Ryc.47. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006.

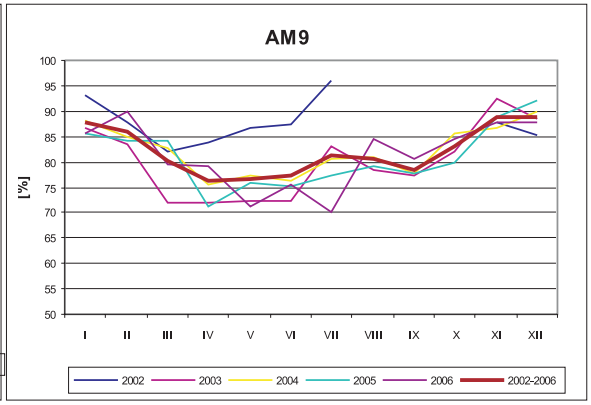

AM4
[%]
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006

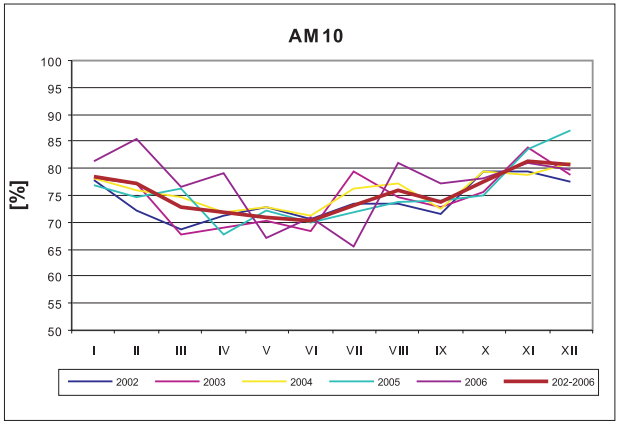

AM5
[%]
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM6
[%]
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM7
[%]
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM8
[%]
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006


AM9
[%]
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII
2002 2003 2004 2005 2006 2002-2006



Ryc.48. Roczny przebieg wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w latach 2002-2006

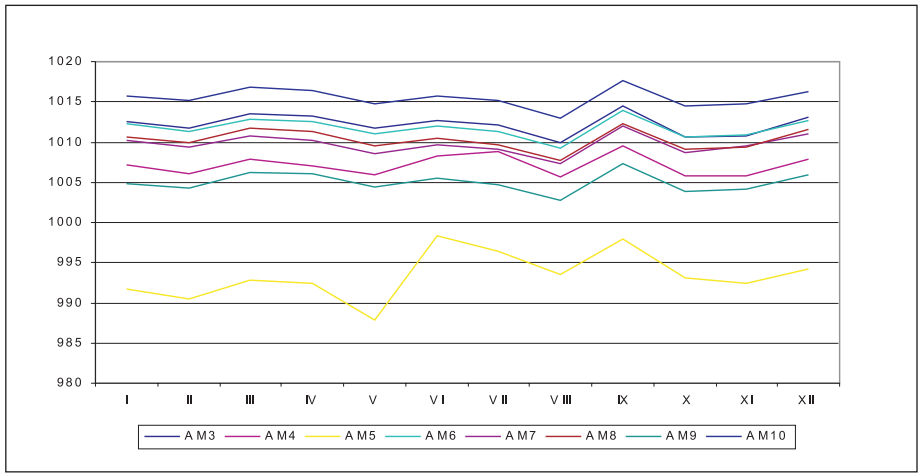
Przebieg wilgotności względnej w poszczególnych latach wykazuje dość duże zróżnicowanie na wszystkich stacjach co pokazują powyższe wykresy (ryc.48). Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej odnotowano wiosną od kwietnia do maja na wszystkich stacjach wahały się od 15 -24 % (tab.30). Najniższa terminowa wartość wilgotności względnej wystąpiła na stacji AM7 w Tczewie i wyniosła 15,7%.

Tabela 30. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w latach 2002-2006

Stacja	Data	Minimum terminowe
AM4	23-03-03	23,8
AM5	02-04-05	23,9
AM6	23-03-03	19,1
AM7	12-05-06	15,7
AM8	23-03-03	18,7
AM9	23-03-03	18,9
AM10	23-03-03	16,5

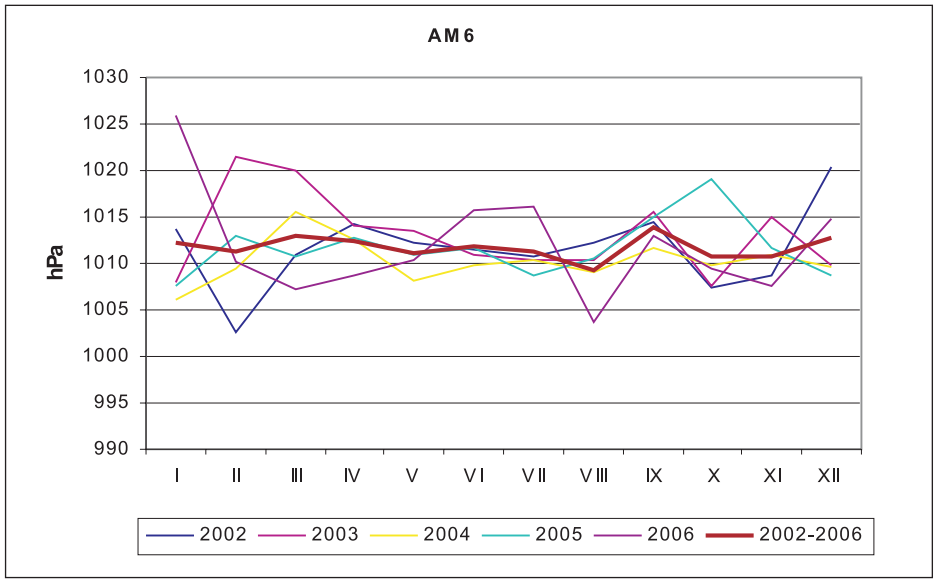
4.3 Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne w analizowanym pięcioleciu było mierzone na ośmiu stacjach. Wartości średnie obliczono na poziomie stacji, stąd najniższe wartości na stacji AM5 Gdańsk Szadółki , która położona jest najwyżej.
Najwyższa średnia roczna wartość ciśnienia wystąpiła na stacji AM10 Gdynia Śródmieście 1015,5 hPa, a najniższa na stacji AM5 Gdańsk Szadółki 994,7 hPa (ryc.49). Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie.



Ryc.49. Średnie miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji za lata 2002-2006

Przebieg roczny ciśnienia w poszczególnych latach 2002-2006 przeanalizowano na przykładzie stacji AM6. Analizie poddano tylko jedną stację, gdyż przebieg ciśnienia jest podobny. Jak pokazuje poniższy wykres (ryc.50) ciśnienie wykazuje dużą zmienność z roku na rok.



Ryc.50. Przebieg roczny ciśnienia w poszczególnych latach na przykładzie stacji AM6

Najwyższą terminową wartość ciśnienia =1049,2 hPa zanotowano na stacji AM10 Gdynia Śródmieście dnia 23 stycznia 2006 (tab.31).
Najniższą wartość terminową ciśnienia =933,7 hPa odnotowano na stacji AM5 Gdańsk Szadółki dnia 21 marca 2004.

Tabela 31. Maksymalne i minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego na stacjach ARMAAG w latach 2002-2006.

Stacja	Maksimum terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM3	1046,1	23-01-06	969,8	21-01-05
AM4	1048,3	23-01-06	962,5	21-01-05
AM5	1035,3	23-01-06	933,7	21-03-04
AM6	1045,9	23-01-06	969,9	21-01-05
AM7	1043,9	23-01-06	968,9	21-01-05
AM8	1041,0	23-01-06	969,6	21-01-05
AM9	1038,9	23-01-06	963,7	21-01-05
AM10	1049,2	23-01-06	973,9	21-01-05

4.4 Kierunek i prędkość wiatru

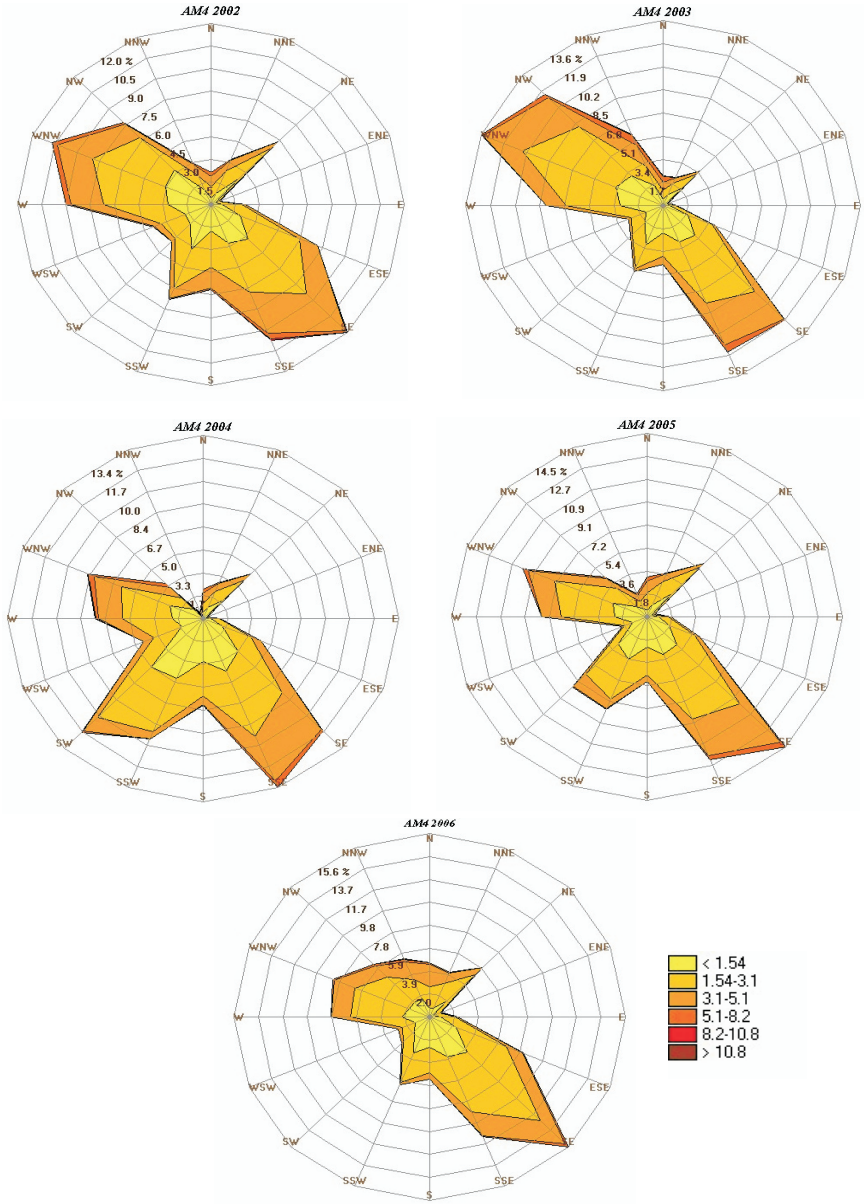
Kierunek i prędkość wiatru mają duży wpływ na rozkład stężeń zanieczyszczeń. Na oba parametry wpływa w dużym stopniu lokalizacja stacji.
Poniższe róże prezentują kierunek i prędkość wiatru w poszczególnych latach 2002-2006.
Do analizy wybrano po jednej stacji reprezentatywnej stacji dla każdego miasta.
Kierunek wiatru wykazuje dużą zmienność z roku na rok na prawie wszystkich stacjach.

Na stacji AM4 Gdynia Pogórze w 2002 i 2003 roku dominowały wiatry sektora WNW i SE (ryc.51).
Natomiast w 2004 i 2005 roku przeważały wiatry z kierunku SSE, a w roku 2006 z kierunku SE.

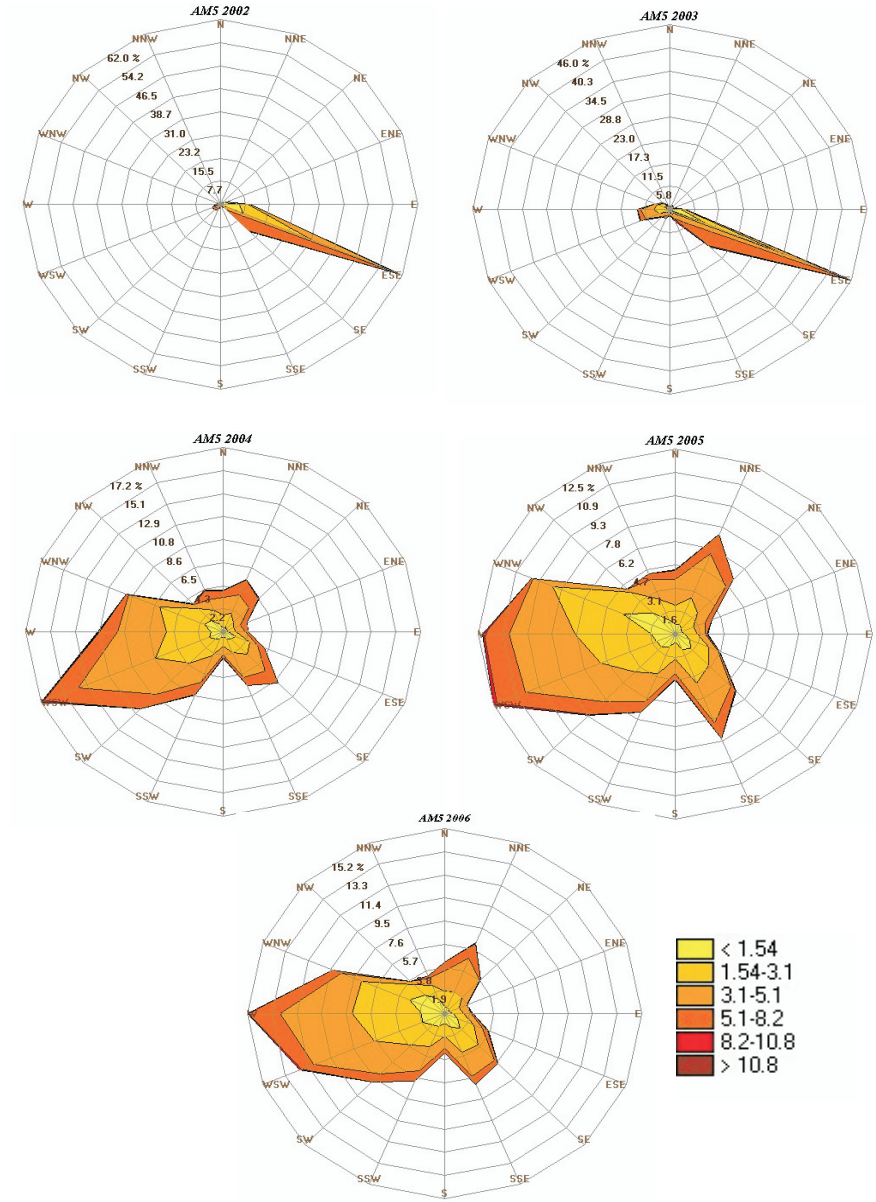
Na stacji AM5 Gdańsk Szadółki w latach 2002 i 2003 dominowały wiatry z kierunku ESE (ryc.52).
Z kolei w latach 2004-2006 przeważały wiatry z sektora zachodniego (głównie WSW).

Na stacji AM6 Sopot w 2002 i 2003 dominowały wiatry z sektora SW i SSW ,
a w latach 2004-2006 również przeważały wiatry z kierunku SW (ryc.51).

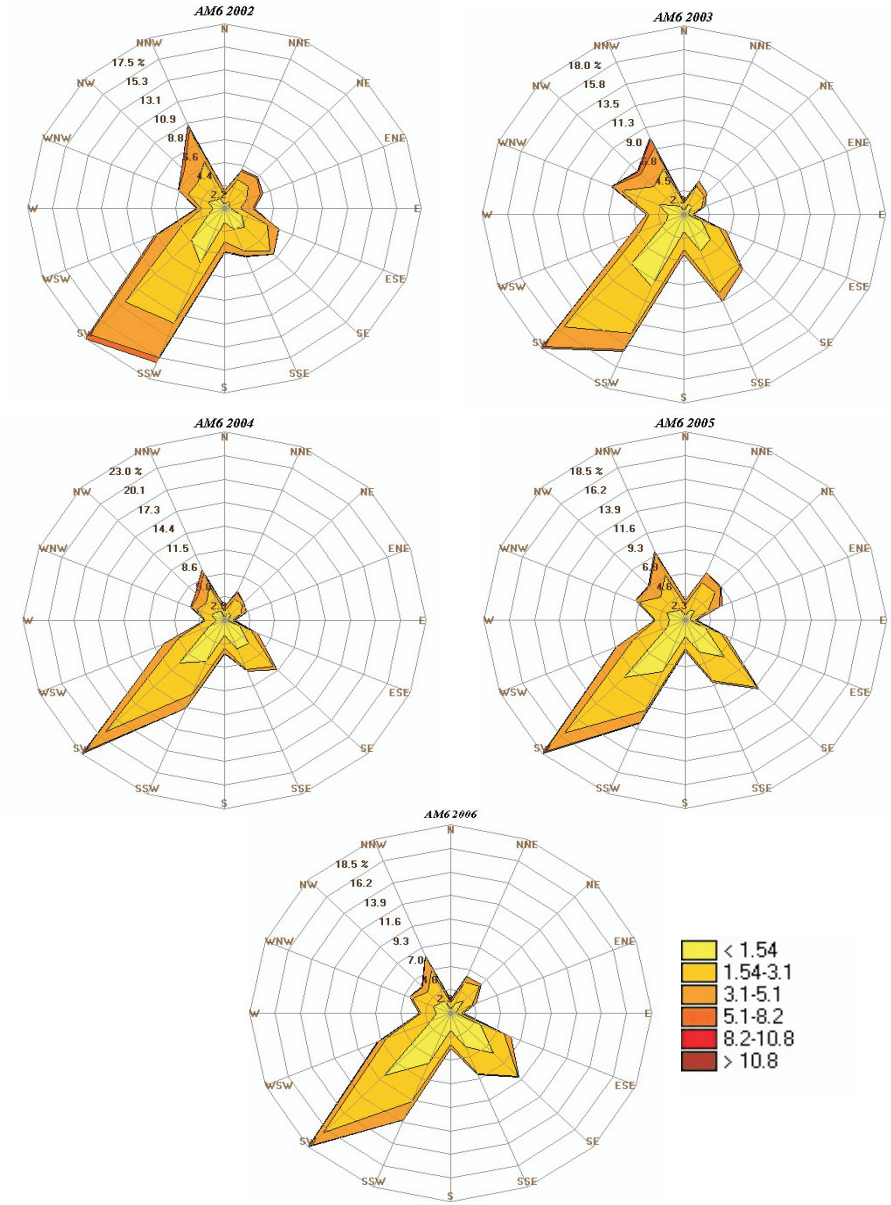
Kierunek wiatru na stacji AM7 w Tczewie jest najbardziej stabilny ze wszystkich analizowanych stacji.
W analizowanym pięcioleciu dominują wiatry sektora południowo-zachodniego (głównie WSW) (ryc.52).



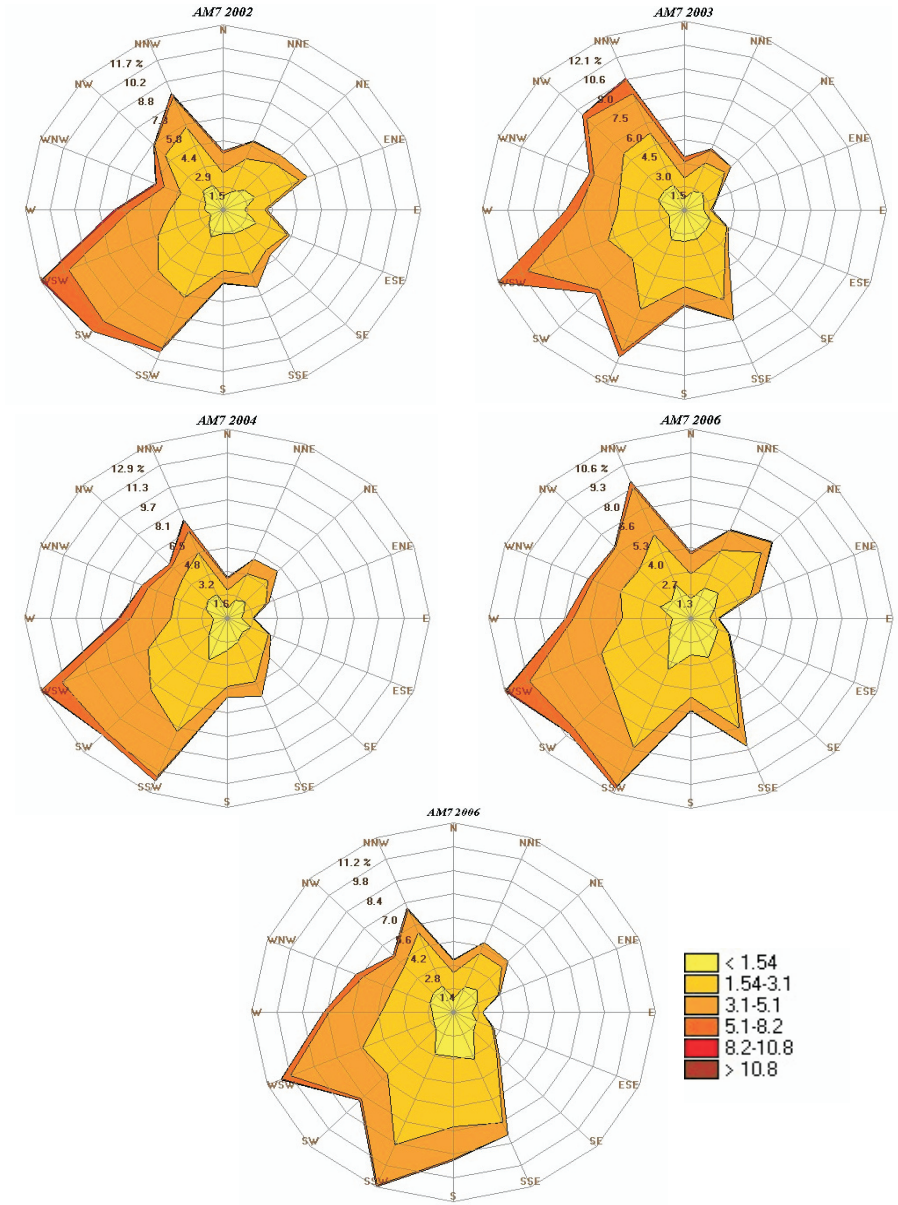
Ryc.51. Roczne róże wiatrów na stacji AM4 Gdynia Pogórze za lata 2002-2006.



Ryc.52. Roczne róże wiatrów na stacji AM5 Gdańsk Szadółki za lata 2002-2006.

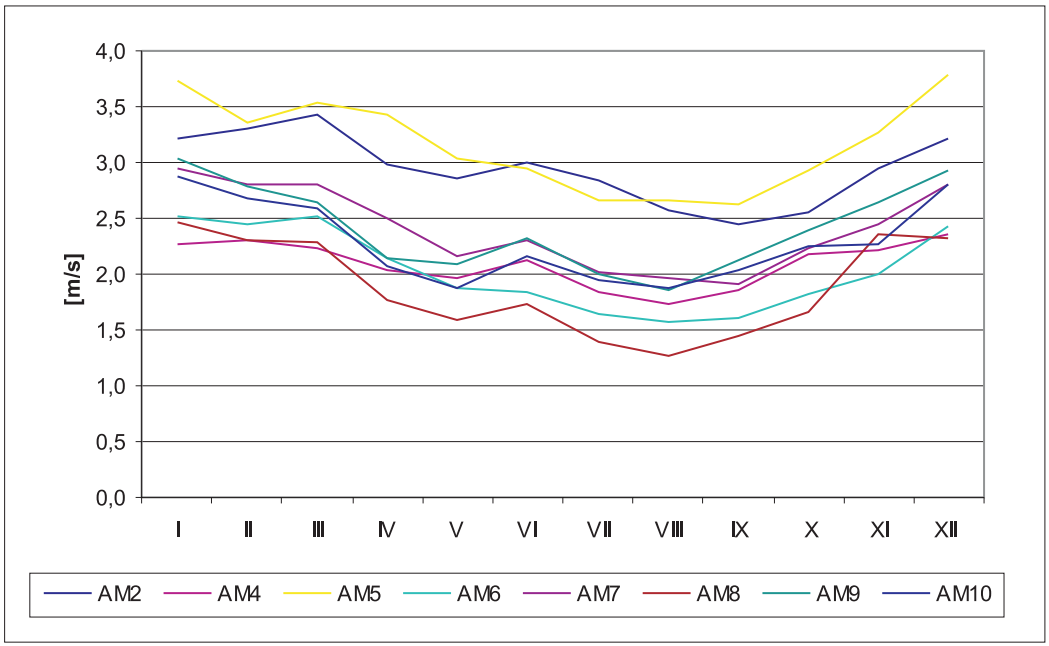


Ryc.53. Roczne róże wiatrów na stacji AM6 Sopot za lata 2002-2006



Ryc.54. Roczne róże wiatrów na stacji AM7 Tczew za lata 2002-2006

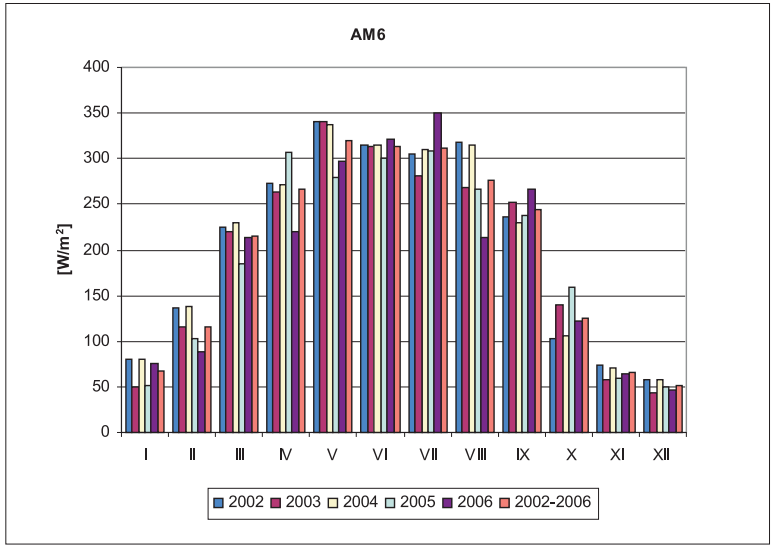
Średnia roczne prędkość wiatru za lata 2002-2006 waha się od 2,0 m/s na stacji AM6 do 3,2 m/s na stacji AM5 (ryc.55). Mniejsze prędkości wiatru występują na wszystkich stacjach od maja do września i są rzędu 1 -2,5 m/s. Większe prędkości występują od listopada do marca 2-3,8 m/s. Najwyższe prędkości wiatru występują na stacji AM5, a najniższe na stacji AM8.



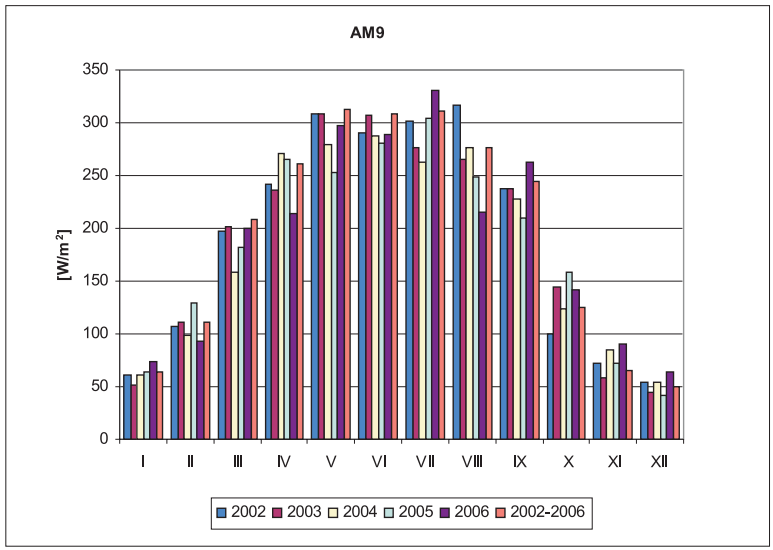
Ryc.55. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006.

4.5 Natężenie promieniowania bezpośredniego

W analizowanym pięcioleciu (2002-2006) pomiary natężenia promieniowania bezpośredniego prowadzone były na dwóch stacjach (AM6 i AM9). Najwyższe średnie wartości występowały w badanym okresie od maja do lipca, osiągając wartości rzędu 300-340 W/m^2 w obu stacjach. Najniższe średnie miesięczne wystąpiły w grudniu i w styczniu na obu stacjach , osiągając w poszczególnych latach wartości rzędu 50-70 W/m^2. Natężenie promieniowania wykazuje podobny przebieg w poszczególnych latach 2002-2006 (ryc.56 i 57).



Ryc.56. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacji AM6 w Sopocie w latach 2002-2006



Ryc.57. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacji AM9 w Gdyni Redłowie w latach 2002-2006

5. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE

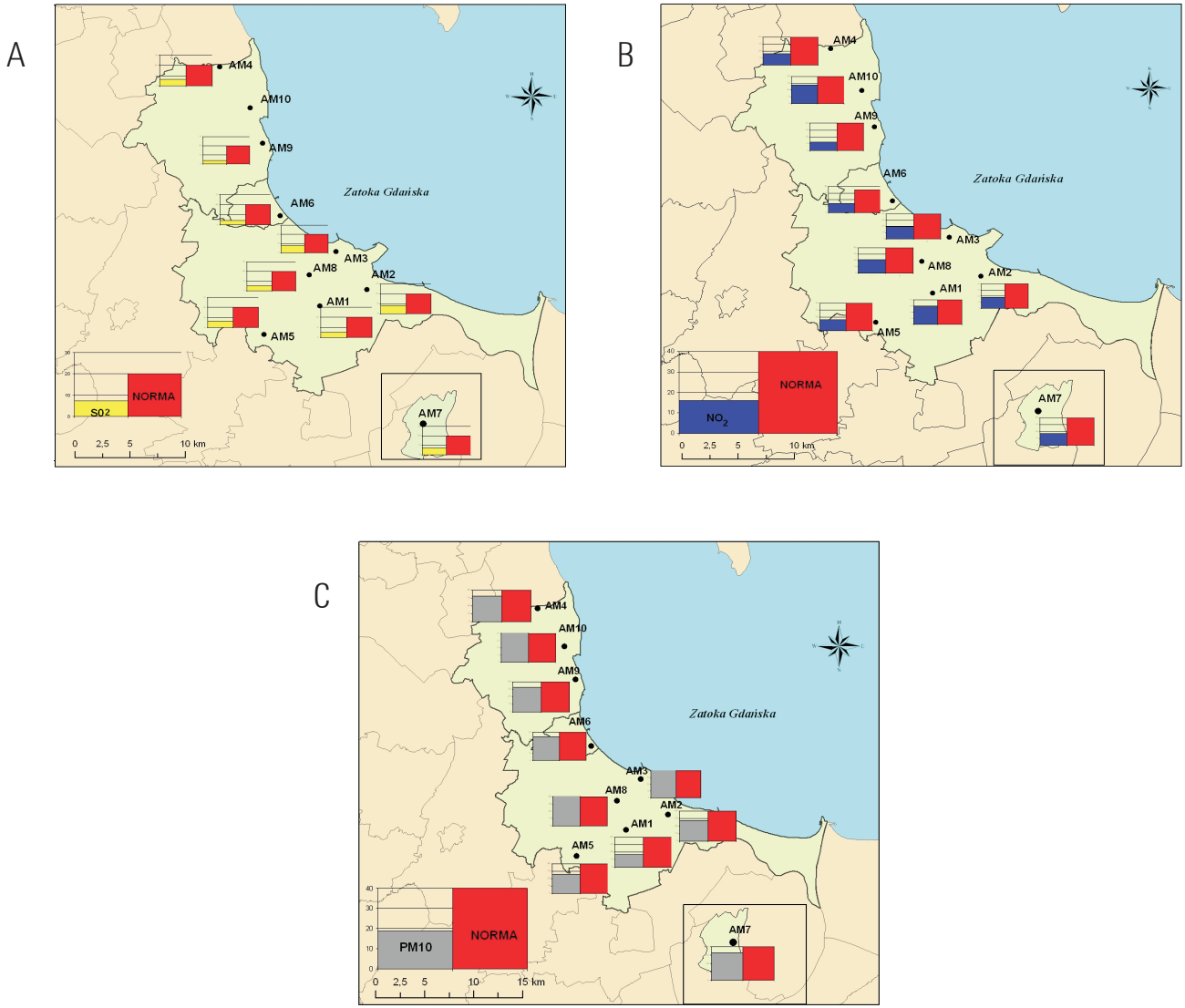
Niniejszy rozdział poświecony jest ocenie jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej i Tczewie na podstawie wykonywanych pomiarów. Ocena obejmuje następujące substancje:

- dwutlenek siarki
- dwutlenek azotu
- tlenek węgla
- dwutlenek 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, która jest wyłączną kompetencją wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska.
Ocenę jakości powietrza w niniejszym raporcie wykonano w dwojaki sposób:

- jako informację merytoryczną, w której wyniki pomiarów porównano z obowiązującymi poziomami stężeń substancji w powietrzu
  i
- jako informację opisową: przez zastosowanie skali ocen w odniesieniu do udziału zamierzonego stężenia do odpowiedniej normy.

Na poniższych mapach zaprezentowano wielkości stężeń średniorocznych dla podstawowych substancji tj. dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i pyłu PM10.



Ryc.58. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w roku 2006

A) dwutlenek siarki, B) dwutlenek azotu, C) pył PM10

5. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE

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	bardzo dobra
41-60	% normy	dobra
61-100	% normy	dostateczna
> 100	% normy	zła

Wynik oceny opisowej dla poszczególnych miast przedstawiono w tabeli

Tabela 32. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych

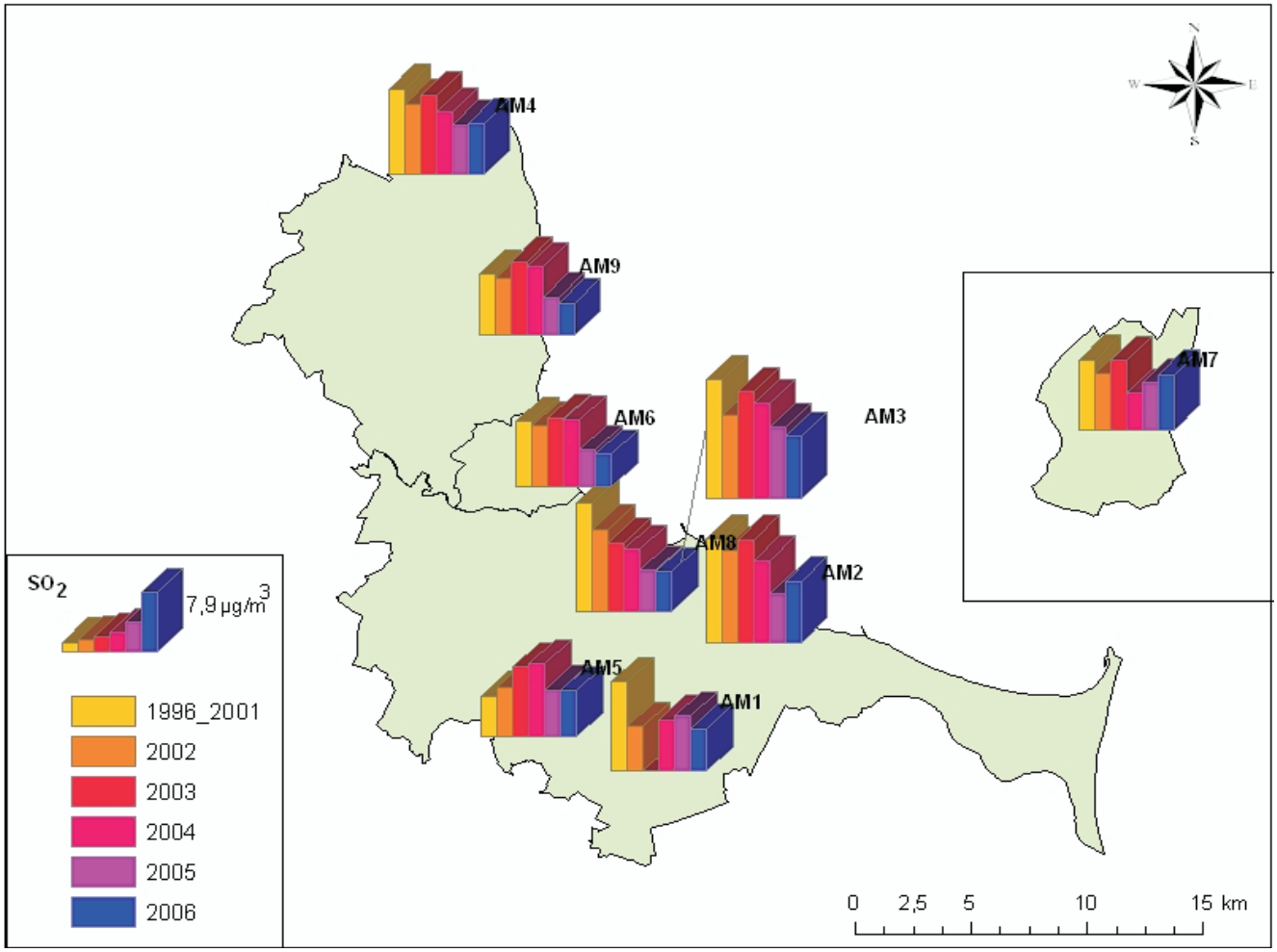
Miasto	Jakość powietrza			
GDAŃSK	dobra	dostateczna		zła
GDYNIA	b. dobra	dostateczna		zła
SOPOT	b. dobra	dobra		dostateczna
TCZEW	b. dobra	dobra		dostateczna
Norma [$\mu g/m^3$]	20[1]	40[2]	35[3]	40

Wynik oceny w porównaniu z rokiem 2005 pokazuje, że jakość powietrza w aglomeracji uległa pogorszeniu w Gdańsku i w Gdyni. W Sopocie i w Tczewie sytuacja zasadniczo się nie zmieniła.

1 Ze względu na ochronę roslin
2 Obszar
3. Uzdrowisko

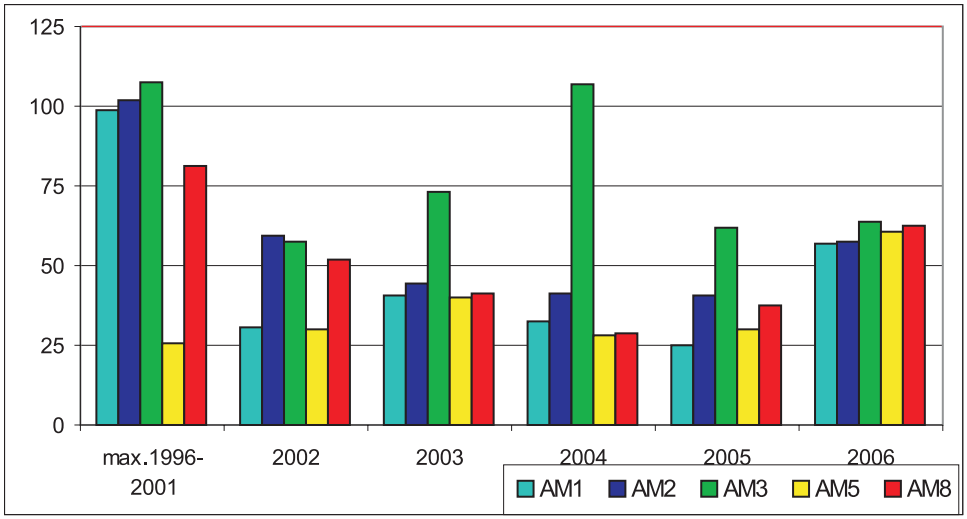
5.1. Dwutlenek siarki

Stężenia średnioroczne dwutlenku siarki normowane ze względu na ochronę roślin w utrzymują się na poziomie 40-60% poziomów dopuszczalnych. Zmiany stężeń średniorocznych w ostatnich latach na poszczególnych stacjach pokazano na rycinie.

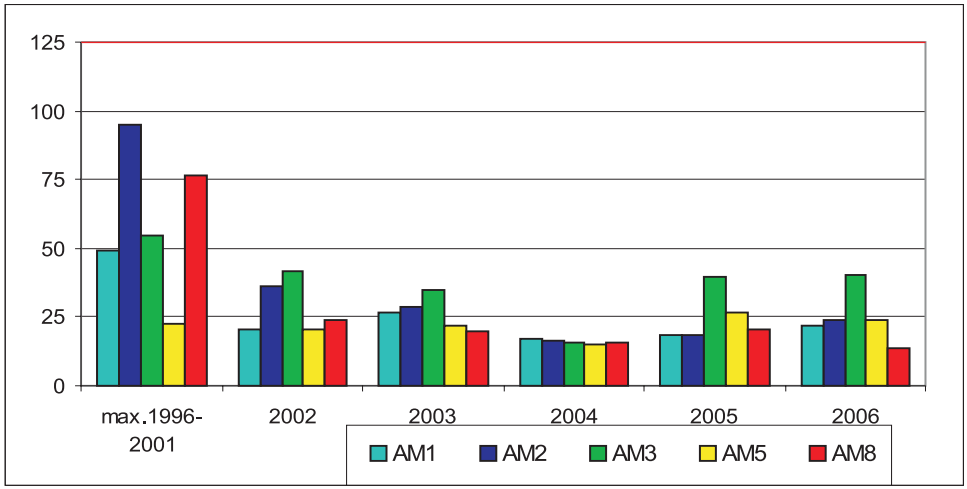


Ryc.59. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006

W stosunku do roku poprzedniego w Gdańsku, w Gdyni i w Sopocie średnioroczne stężenia dwutlenku siarki obniżyły się o 2 $\mu g/m^3$.
Wzrosły nieznacznie w Tczewie (o 1,4 $\mu g/m^3$).
W średniookresowym oddziaływaniu istotne są nie tylko wartości ale również czas występowania stężeń średniodobowych.
Malejąca od kilku lat tendencja udziału dwutlenku siarki w zanieczyszczeniu powietrza uległa zahamowaniu.
W roku ubiegłym w sezonie grzewczym w aglomeracji i w Tczewie zanotowano wzrost maksymalnych wartości stężeń średniodobowych.
W sezonie letnim nie zanotowano maksymalnych stężeń średniodobowych wyższych niż 15% stężenia dopuszczalnego.

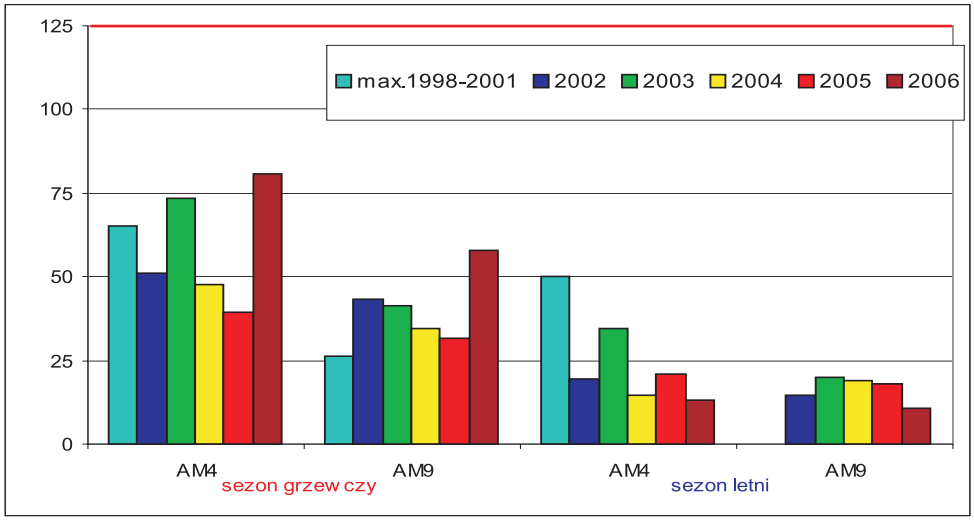


Ryc.60. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006



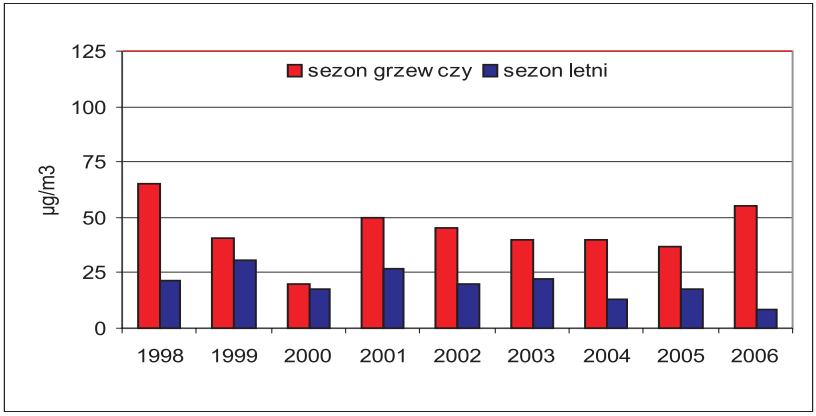
Ryc.61. Zmiany maksymalnych stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 1996-2006

Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacjach w Gdyni za lata 1998-2006 pokazano na rycinie 62.



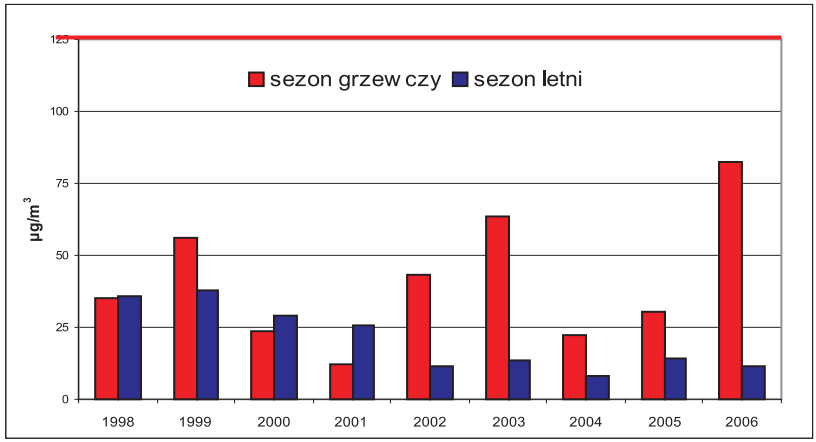
Ryc.62. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacjach w Gdyni w latach 1998-2006

W Sopocie maksymalne stężenia średniodobowe dwutlenku siarki systematycznie spadają. Po realizacji modernizacji ogrzewania ich wartości utrzymują się na poziomie 44% wartości dopuszczalnej zimą i 7 % latem (ryc.63).



Ryc.63. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Sopocie w latach 1998-2006

W Tczewie , po kilku latach spadku stężeń ,w roku 2006 maksymalna wartość stężenia średniodobowego dwutlenku siarki w sezonie grzewczym wzrosła i wyniosła 88 $\mu g/m^3$. Latem maksymalna wartość stężenia średniodobowego wyniosła 9% wartości dopuszczalnej.



Ryc.64. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Tczewie w latach 1998- 2006

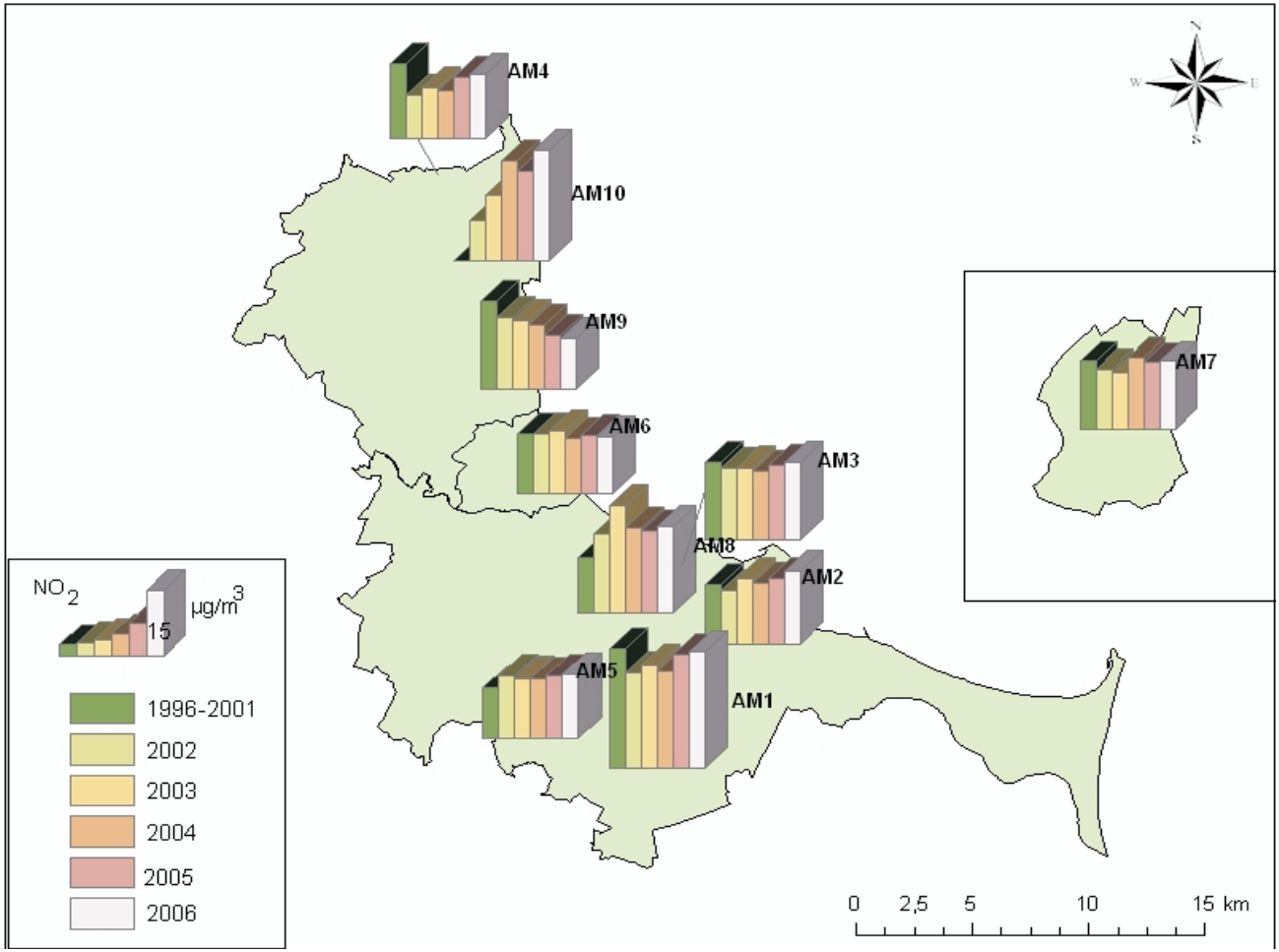
Przekroczenie dopuszczalnej wartości 24-godzinnych stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{24}.
W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 1,1% wyników dla SO_2 w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{24}.
Ponieważ w roku 2006 nie odnotowano przekroczeń stężeń średniodobowych nie obliczano wartości percentyla.
Stężenia chwilowe dwutlenku siarki o obowiązującym od roku 2002 czasie uśredniania 1h były niższe niż
poziom dopuszczalny = **350 μg/m^3**.

Maksymalne stężenie dwutlenku siarki = **247,5 μg/m^3**. wystąpiło w dniu 22 stycznia o godzinie 9 w Nowym Porcie.
W terminie pomiarowym zanotowano temp. minus 20,6^{0}C.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h jest percentyl 99,7 dla dwutlenku 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} .W roku 2006 pomiary nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.2. Dwutlenek azotu

Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu wahają się od 31% wartości dopuszczalnej (stacja AM9) do 72,1% (stacja AM1). Na wszystkich stacjach w Gdańsku zanotowano wzrost wartości stężeń średniorocznych (ryc. 65).



Ryc.65. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006

W Gdyni stężenia średnioroczne osiągają od 31% (stacja AM9) do 68% (AM10) wartości dopuszczalnej. W stosunku do roku 2005 zanotowano wzrost stężeń na stacji AM4 i AM10.

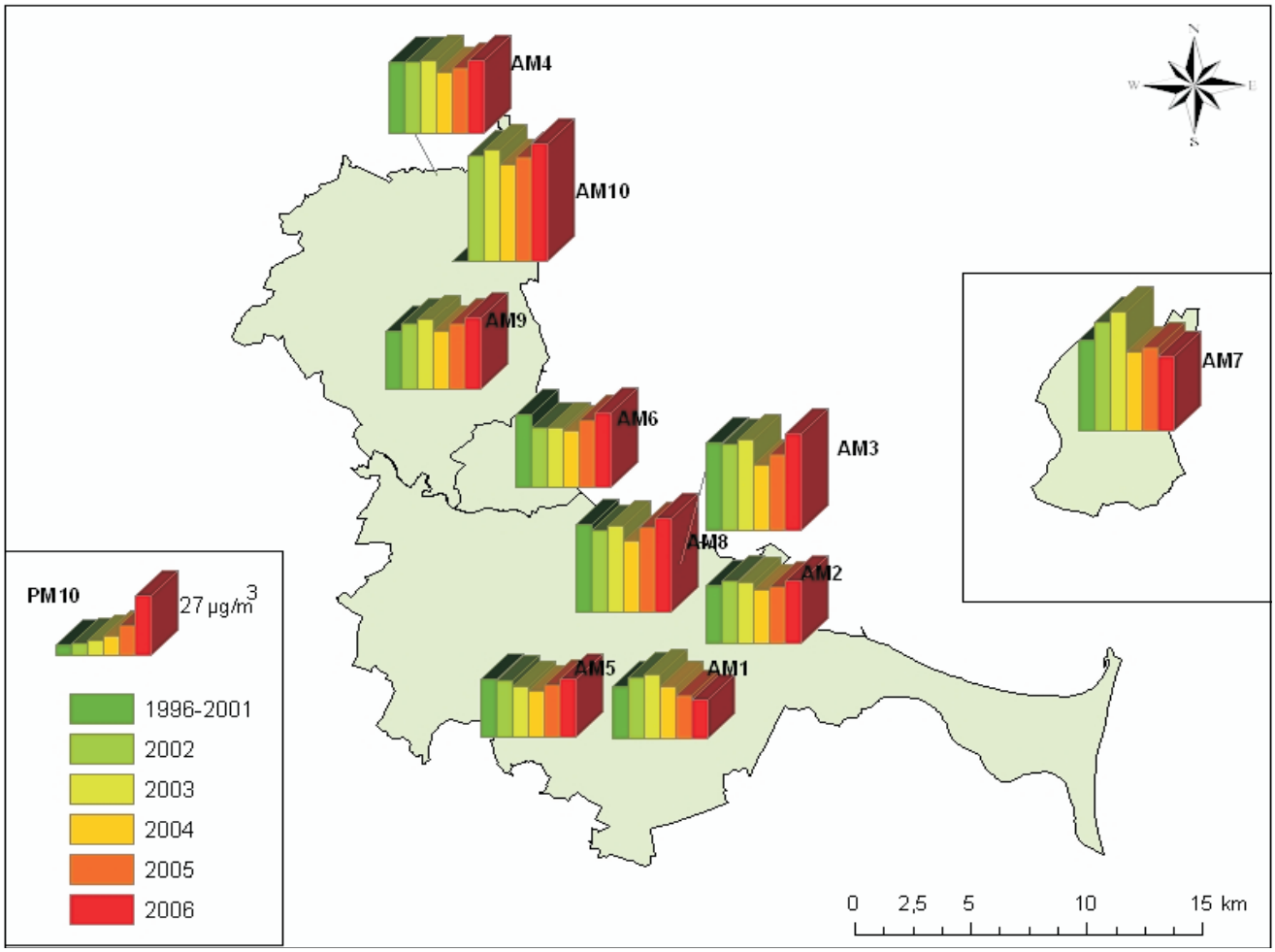
W Sopocie, z uwagi na status uzdrowiska, obowiązuje niższa norma dopuszczalna = **35 μg/m^3**. Stężenia tlenków azotu w roku 2006 osiągnęły wartość **14,1μg/m^3** tj. 40,5% wartości dopuszczalnej.
Podobny poziom stężeń średniorocznych (41,1% wartości dopuszczalnej) zanotowano w roku 2006 w Tczewie.

W stosunku do roku 2005 w Tczewie odnotowano niewielki wzrost stężeń średniorocznych (o **1,4 μg/m^3**) dwutlenku azotu.
Drugim parametrem normowanym ze względu na ochronę zdrowia są stężenia jednogodzinne, których epizodycznie wysokie wartości powodować mogą nasilenie niektórych objawów różnych chorób.
W roku 2006 w całej sieci ARMAAG nie odnotowano stężeń dwutlenku azotu powyżej normy = **200 μg/m^3**. Maksymalne stężenie dwutlenku azotu S1hmax = **191,1 μg/m^3** zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu przy ul. Powstańców Warszawskich w dniu 26 stycznia o godzinie 21 przy temperaturze minus 14,2^{0}C.

Oprócz wartości stężenia istotnym jest czas jego występowania. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h dla dwutlenku azotu jest percentyl S99,8 obliczany z rocznej serii pomiarów chwilowych. Przekroczenie dopuszczalnej wartości 1h 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}.
W roku 2006 pomiary dwutlenku azotu nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

5.3. Pył PM10

W roku 2006 na wszystkich stacjach wzrosły stężenia średnioroczne pyłu. Występujące w roku 2006 zjawiska tzn. znaczne zwiększenie ruchu samochodowego , rozpoczęcie działalności wielu podmiotów gospodarczych oraz prowadzenie bardzo wielu inwestycji drogowych były kontynuowane w roku 2006 z większym natężeniem przyczyniając się do wzrostu emisji wtórnej.
W Gdańsku najbardziej istotny wzrost zaobserwowano na stacji w Nowym Porcie i na stacji nr 8 przy ul.Hallera. Wartości stężeń w stacjach AM3 i AM8 były wyższe od wartości normowej = **40 μg/m^3**. Zmiany stężeń na przestrzeni 10 lat pokazano na rycinie 69.



Ryc.66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006

W Gdyni w roku 2006 stężenia pyłu wzrosły w stosunku do roku poprzedniego na wszystkich stacjach. Przekroczenia wartości dopuszczalnej wystąpiły na stacji AM10, która rejestruje oddziaływanie emisji ze Stoczni i Portu. Dodatkowo, w obszarze reprezentatywności stacji wykonywane były prace drogowe o znacznym natężeniu. Również w Sopocie i Tczewie odnotowano wzrost stężeń średniorocznych pyłu PM10. Podobnie jak w przypadku Gdańska i Gdyni prowadzone były w tych miastach inwestycje i intensywne remonty dróg.

W roku 2006, podobnie jak w latach poprzednich, w przypadku pyłu PM10 odnotowano przekroczenia norm średniodobowych. Na wszystkich stacjach maksymalne stężenia średniodobowe były wyższe od poziomu dopuszczalnego .Jedynie w sezonie letnim na stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu maksymalne stężenie średniodobowe wyniosło **41,6 μg/m^3**. Limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku) również była przekroczona.

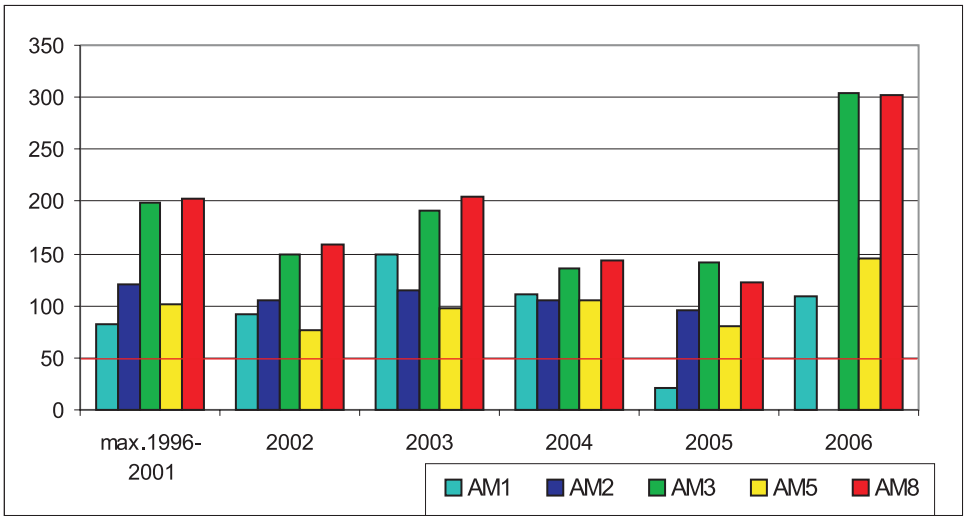
W ciągu całego 2006 roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła:

w aglomeracji	161 (wzrost o 31)
w Tczewie	38 (spadek o 46)

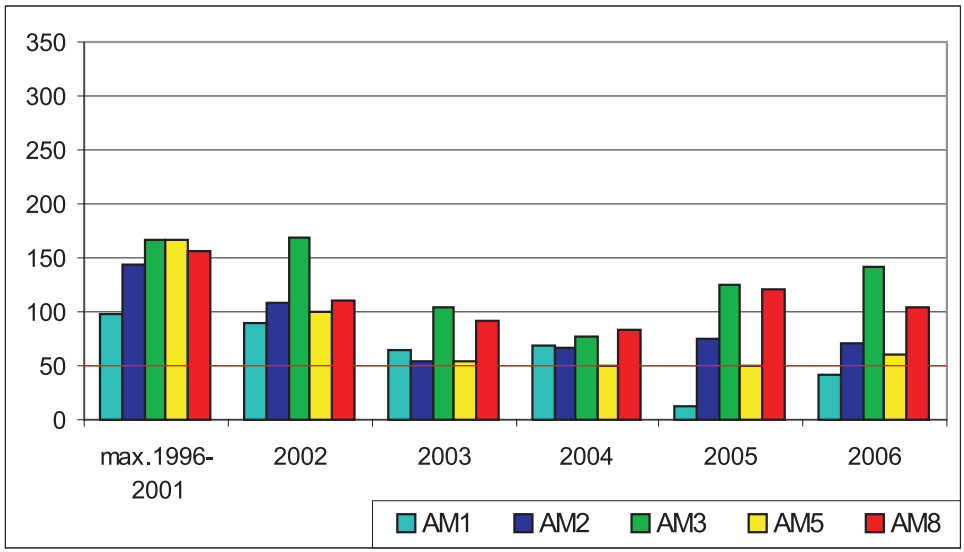
Wyników wyższych niż norma **D_{24}=50 μg/m^3** zanotowano:

na terenie Gdańska	14,2% (w roku 2004 - 7,9 %, w roku 2005 - 10,8 %)
w Gdyni	22,7% (w roku 2004 - 14,0%, w roku 2005 - 20,3%)
w Sopocie	14,1% (w roku 2004 - 5,9 %, w roku 2005 – 14,8%)
w Tczewie	10,5% (w roku 2004 - 13,9 % ,w roku 2005 – 20,3%)

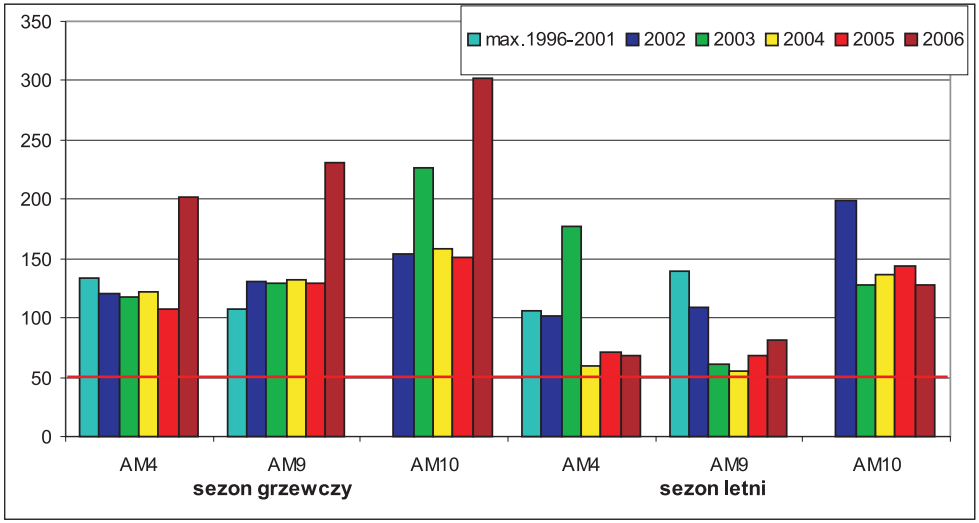
Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 1998 –2006 dla PM10 w poszczególnych sezonach dla każdego miasta dla pokazano na kolejnych rycinach.



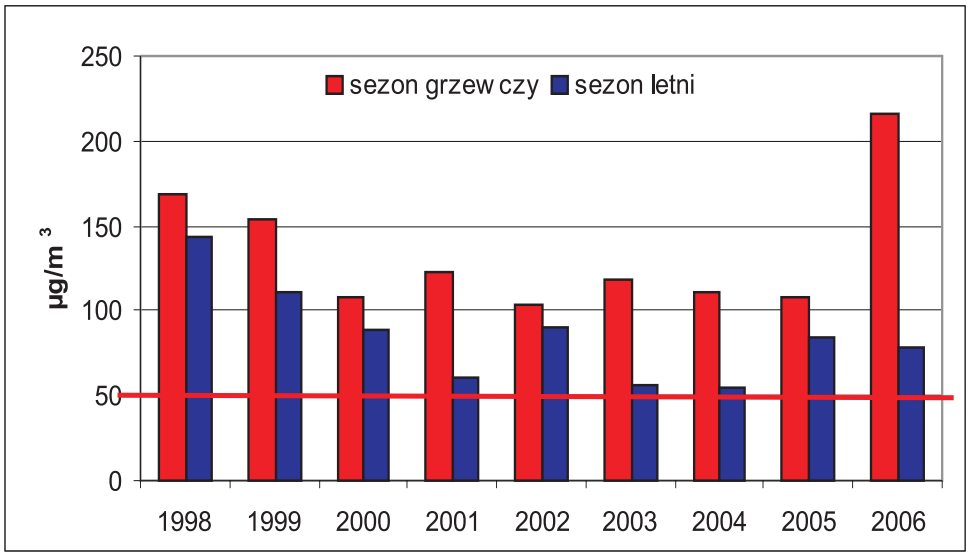
Ryc.67. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006



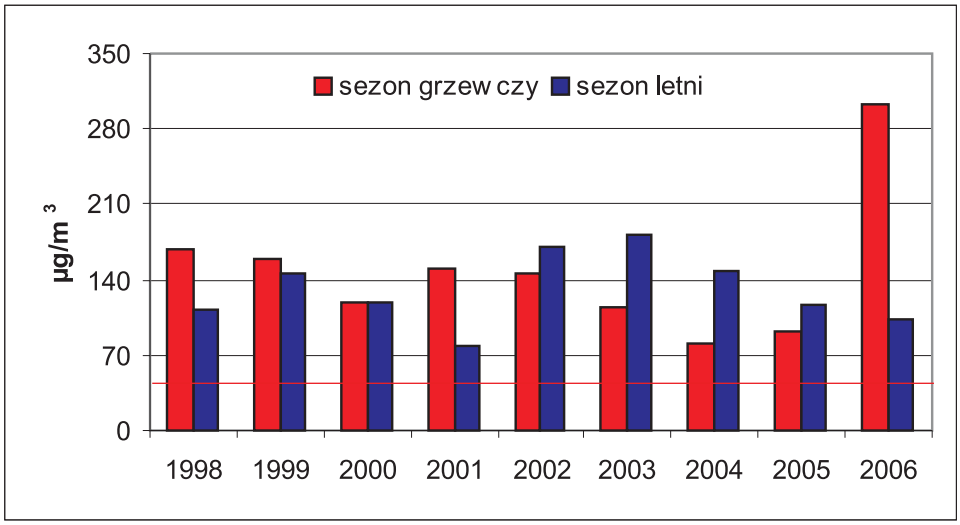
Ryc.68. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 1998-2006



Ryc.69. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdyni za lata 1998-2006



Ryc.70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Sopocie za lata 1998-2006



Ryc.71 Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Tczewie w latach 1998-2006

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce wymaganiami dotyczącymi wykonywania ocen jakości powietrza , przy szacowaniu wyników dla pyłu zawieszonego PM10 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}.
W poniższej tabeli zestawiono obliczone percentyle dla ważnych serii pomiarowych:
Wartości percentyli liczono 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.

Odnosząc się do wartości percentyla należy stwierdzić, że na terenie aglomeracji i w Tczewie oba percentyle pyłu PM10 były przekraczane. Jedynie w stacji AM2 i AM5 percentyl 90,1 był niższy od wartości dopuszczalnej.

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

Stacja	Wartość percentyla [$\mu g/m^3$]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
AM 1 Gdańsk Śródmieście	42,8	33,2	30,5	61,7	58,1	47,6
AM2 Gdańsk Stogi	39,4	43,6	47,0	61,0	63,9	88,4
AM 3 Gdańsk Nowy Port	53,9	69,8	86,9	81,3	104,7	138,8
AM 4 Gdynia Pogórze	46,7	54,3	53,6	73,9	69,7	95,4
AM 5 Gdańsk Szadółki	33,6	40,2	45,5	52,0	57,8	79,7
AM 6 Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	42,3	55,5	55,8	59,3	83,1	96,5
AM7 Tczew ul.Targowa	56,6	60,3	50,8	82,9	85,3	127,3
AM 8 Gdańsk Wrzeszcz	54,8	68,2	72,6	84,9	108,6	126,0
AM 9 Gdynia Redłowo	43,0	57,6	58,3	74,6	90,3	104,4
AM 10 Gdynia Śródmieście	76,5	80,9	92,5	106,4	115,2	145,1
Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu g/m^3$]	50					

Porównując wartości percentyli z ubiegłych lat należy stwierdzić, że w oddziaływaniu średniookresowym zanieczyszczenie pyłem PM10 wzrasta, zarówno w aglomeracji jak i Tczewie.

6.2 Tlenek węgla

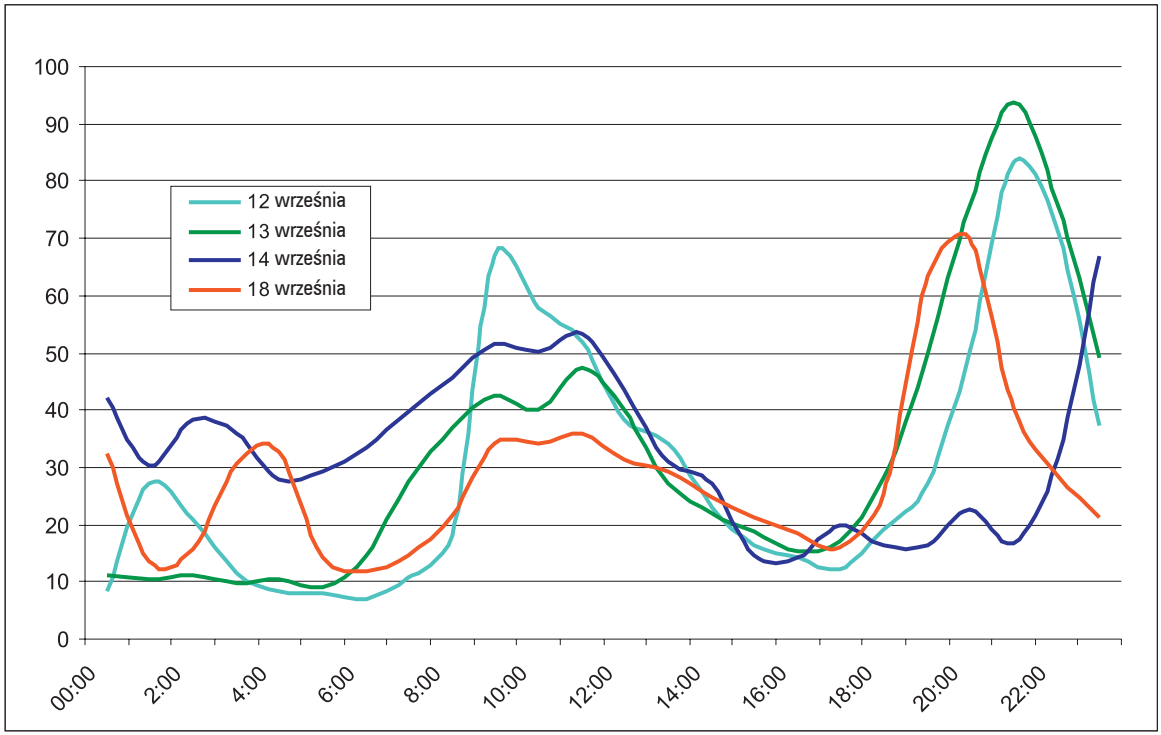
Dla tlenku węgla normowane są poziomy stężeń 8 –godzinnych wyliczanych krocząco. Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie wyniosło 54,6% normy dla obszaru (AM8) w okresie grzewczym i 64% dla Sopotu(uzdrowisko), również w okresie grzewczym.

5.3. Ozon

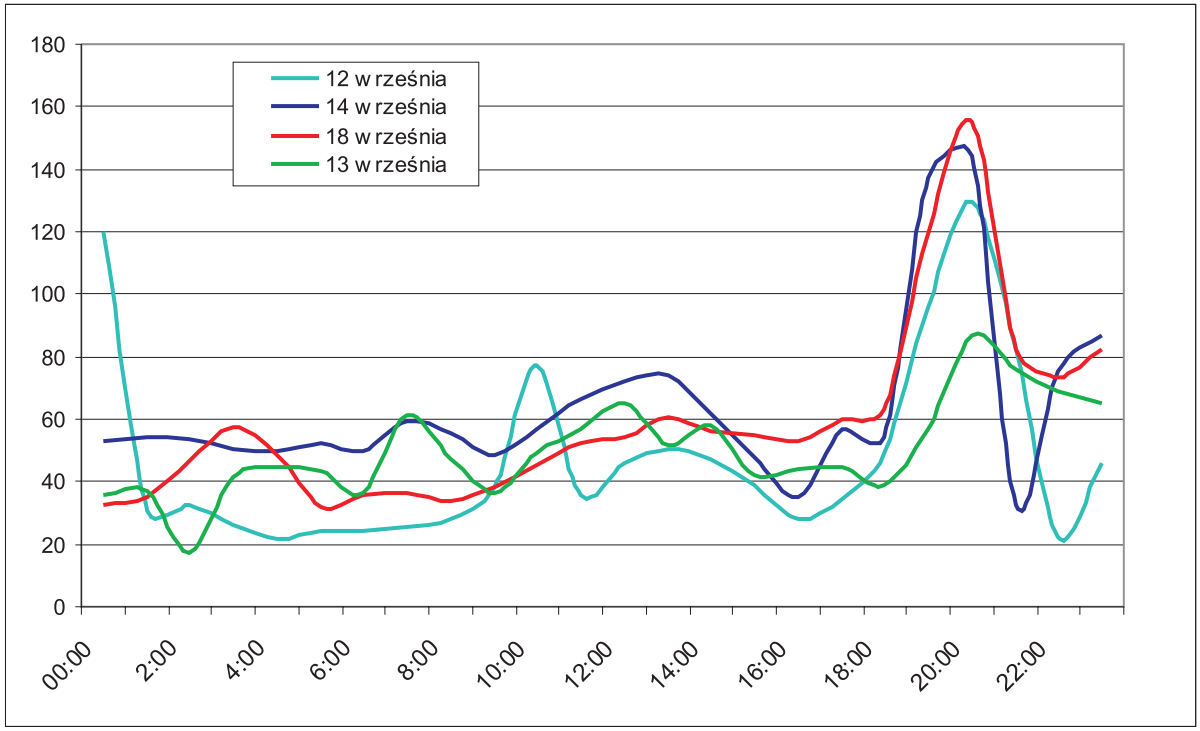
W prawie polskim ze względu na ochronę zdrowia normowane są dwa poziomy ozonu: średnioterminowy jako wartość stężenia 8 –godzinnego wyliczanego krocząco (120 $\mu g/m^3$) , przy limitowanej ilości dni z przekroczeniami (25) oraz w odniesieniu do epizodów jako wartość ostrzegawcza (stężenie 1 godzinne = 180 $\mu g/m^3$).
Przekroczenia 8-godzinnej normy ozonu wystąpiły na wszystkich stacjach – AM4, AM5, AM8 i AM9 zarówno w sezonie letnim jak i grzewczym. Łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła 25. Maksymalne stężenie osiągnęło wartość **160,7 $\mu g/m^3$** w dniu 5 maja na stacji w Gdyni Pogórzu. Próg ostrzegania w roku 2006 nie wystąpił.

5.6. Epizody smogowe

W roku 2006 wystąpiło kilka dni, w których stężenia mierzonych substancji jednocześnie osiągały wartości powyżej 50% wartości dopuszczalnych. Takie okresy wystąpiły w styczniu, marcu, lipcu i we wrześniu. Analiza warunków meteorologicznych w tych okresach pokazuje, że sytuacje takie miały miejsce w warunkach bądź bardzo niskich temperatur i prędkości wiatru poniżej 1m/s lub przy występującej inwersji.

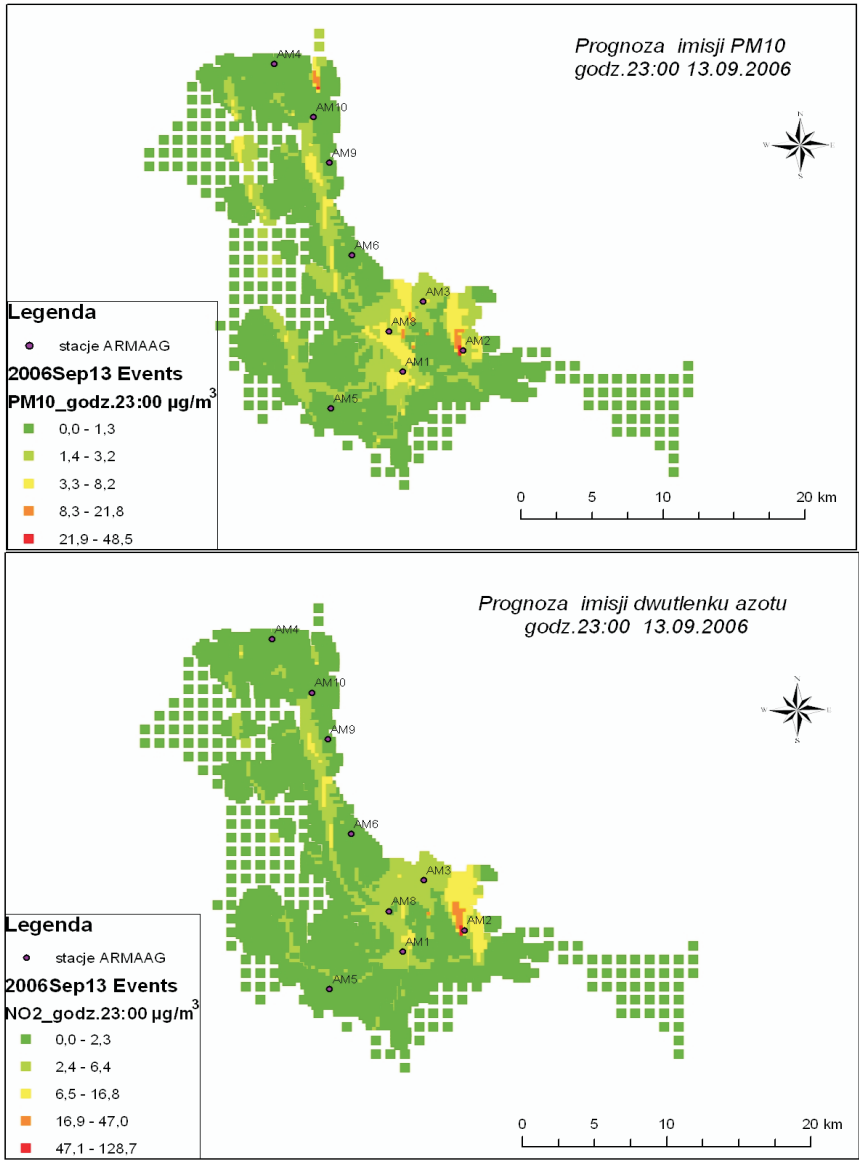


Ryc.72. Stężenia dwutlenku azotu w dniach epizodów smogowych

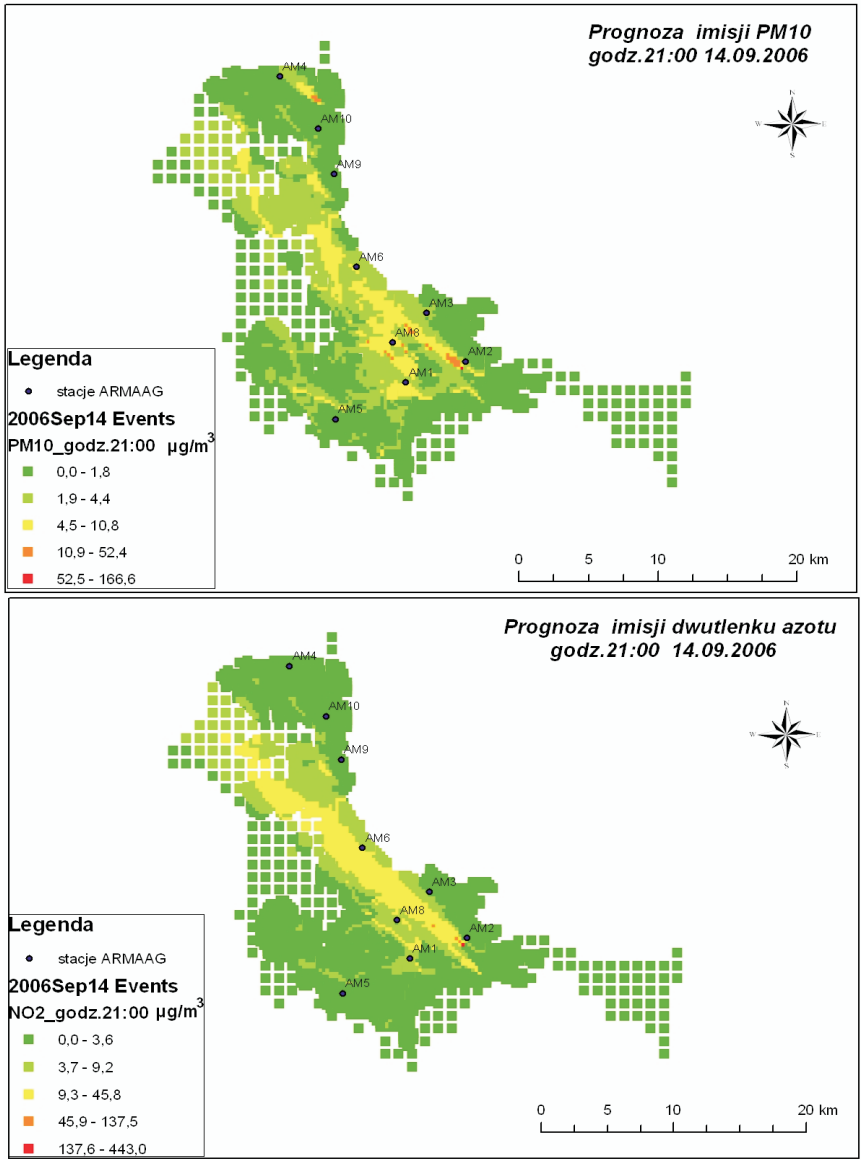


Ryc.73. Stężenia PM10 w dniach epizodów smogowych

Wyniki pomiarów w analizowanych okresach porównano z wynikami obliczeń otrzymanymi z modelowania.
Na rycinach 74 i 75 przedstawiono wyniki modelowania w analizowanych dniach. Najwyższe wartości obliczonych stężeń wystąpiły w godzinach wieczornych.



Ryc.74 .Prognoza imisji dwutlenku azotu i pyłu PM10 w dniu 13 września

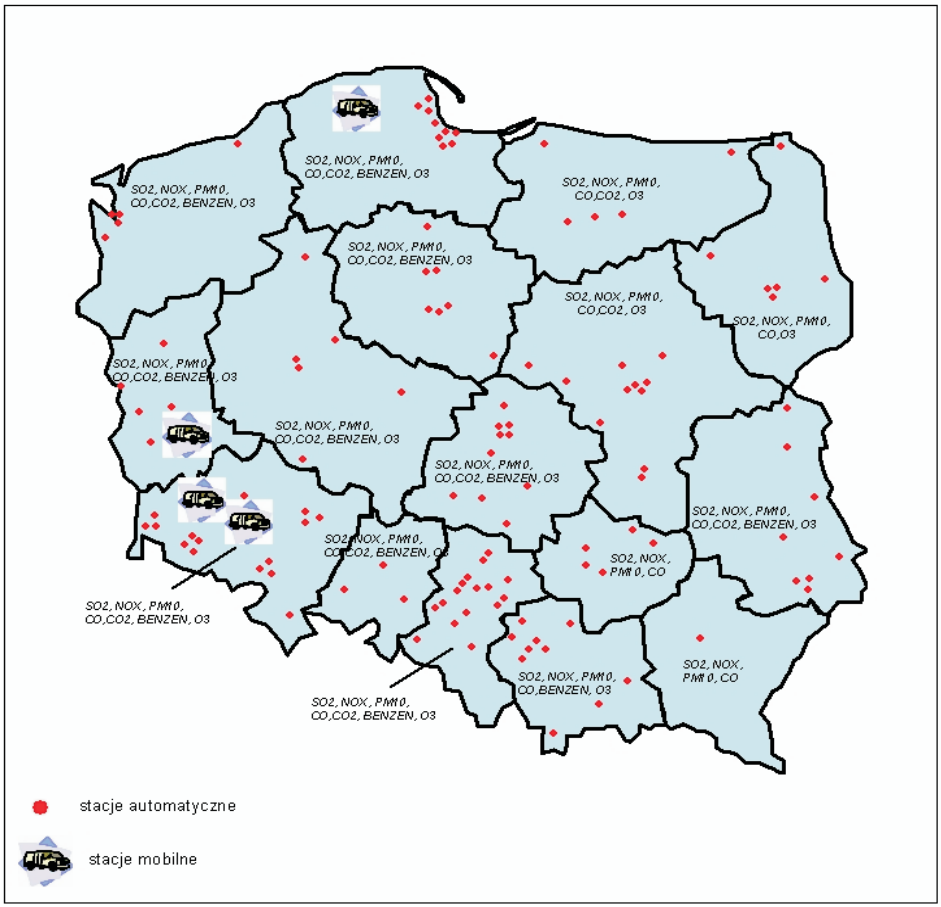


Ryc.75. Prognoza imisji dwutlenku azotu i pyłu PM10 w dniu 14 września

Epizody smogowe mają wpływ głównie na zintensyfikowanie nasilonych krótkookresowych objawów złego samopoczucia.

5.7. Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce

W roku 2006 w Polsce monitoring automatyczny prowadzony był we wszystkich województwach. Wyniki pomiarów oraz podstawowe wielkości statystyczne dostępne były na stronach internetowych. Na podstawie zamieszczonych tam informacji prezentowany jest poniższy opis.



Ryc.76 Rozmieszczenie stacji automatycznego monitoringu atmosfery w Polsce.

Tabela 34. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń na poszczególnych stacjach monitoringu w Polsce

Stacja	SO_2 [$\mu g/m^3$]	NO_2 [$\mu g/m^3$]	PM10 [$\mu g/m^3$]
Czarna Góra (dolnośląskie)	5	7	*
Czarniawa (dolnośląskie)	-	5	7
Działoszyn (dolnośląskie)	11	12	19
Dzierżoniów (dolnośląskie)	14	18	39
Jelenia GóraCieplice (dolnośląskie)	13	18	51
Jeleniów (dolnośląskie)	-	16	18
Legnica (dolnośląskie)	14	25	*
Nowa Ruda (dolnośląskie)	18	18	-
Śnieżne Kotły (dolnośląskie)	5	3	*
Wałbrzych (dolnośląskie)	12	17	26
Wrocław Swojczyce	*	16	*
Wleń (dolnośląskie)	-	10	24
Wrocław Karłowice (dolnośląskie)	11	32	*
Wrocław Wiśniowa (dolnośląskie)	13	69	*
Zgorzelec (dolnośląskie)	14	26	29
Lublin ul. Ślwińskiego (lubelskie)	-	-	-
Gorzów Wielkopolski (lubuskie)	7	24	41
Smary Bytnickie (lubuskie)	4	6	*
Stacja Mobilna (lubuskie)	8	19	41
Słubice (lubuskie)	4	19	19
Wschowa (lubuskie)	7	18	*
Zielona Góra (lubuskie)	8	20	*
Kraków ul.Al.Krasińskiego (małopolskie)	17	68	95
Kraków ul.Krowodrza (małopolskie)	18	38	64
Kraków Nowa- Huta (małopolskie)	14	33	77
Nowy Sącz (małopolskie)	16	24	-
Olkusz (małopolskie)	25	37	56
Skawina (małopolskie)	20	30	62
Szymbark (małopolskie)	20	-	*
Tarnów (małopolskie)	-	-	-
Trzebinia (małopolskie)	20	24	58
Zakopane (małopolskie)	-	-	-
Koźle (opolskie)	7	17	52

Stacja	SO_2 [μg/m³]	NO_2 [μg/m³]	PM10 [μg/m³]
Opole (opolskie)	8	27	47
Zdzieszowice (opolskie)	7	19	50
Rzeszów ul. Szopena (podkarpackie)	-	-	-
Bielsko Biała ul. Kossak-Szuckiej 19 (śląskie)	22	30	36
Bytom ul. Modrzewskiego 5 (śląskie)	*	-	*
Chorzów autostrada A4 węzeł Batory (śląskie)	22	50	-
Cieszyn ul. Mickiewicza (śląskie)	17	-	38
Częstochowa Al. AK/JPII (śląskie)	20	48	50
Częstochowa ul. Baczyńskiego 2 (śląskie)	-	29	51
Dąbrowa Górnicza Ul. 1000-lecia 25 a (śląskie)	26	37	46
Gliwice ul. Mewy 34 (śląskie)	-	-	47
Katowice ul. Kossutha 6 (śląskie)	31	-	-
Rybnik ul. Borki 37 a (śląskie)	28	30	64
Sosnowiec ul. Narutowicza (śląskie)	-	-	59
Tychy ul. Tołstoja 1 (śląskie)	-	27	47
Wodzisław Śląski Ul. Gałczyńskiego 1 (śląskie)	24	27	73
Zabrze ul. Skłodowskiej 34 (śląskie)	28	30	59
Złoty Potok Leśniczówka , Kamienna Góra (śląskie)	19	12	35
Żywiec ul. Słowackiego 2 (śląskie)	39	-	51
Kielce Ul. IX Wieków Kielc (świętokrzyskie)	13,9	27,2	37,6
Chęciny Ul. Białego Zagłębia (świętokrzyskie)	11,1	12,5	51,9
Małgoszcz (świętokrzyskie)	22,8	20,8	25,7
Konin ul. Wyszyńskiego (wielkopolskie)	-	-	17,5
Mścigniew Gm. Właszkowice (wielkopolskie)	3,6	8,1	*
Krzyżówka Gm. Witkowo (wielkopolskie)	4,5	9,5	*
Piła Ul. Kusocińskiego (wielkopolskie)	5,3	15,1	*
Poznań 2 Ogród botaniczny (wielkopolskie)	7	27,8	32,2
Poznań ul. Polanka	6,5	24,8	36,8
Szczecin ul. Andrzejwskiego (zach.-pomorskie)	4,6	17,0	32,0
Szczecin Ul. Piłsudskiego (zach.-pomorskie)	8,3	32,0	-
Widuchowa (zach.-pomorskie)	3,6	10,0	*
Szczecin ul. Łączna (zach.-pomorskie)	4,1	13,0	26
Koszalin (zach.-pomorskie)	-	-	*

- za mało danych do obliczenia średniej
* zanieczyszczenie nie jest mierzone n stacji

5.8. Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy

W roku 2006 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 2006 spotkanie robocze:**11th EIONET Workshop on Air Quality Management and Assessment** odbyło się w La Rochelle w dniach od 6 do 10 października .

Materiały z tego spotkania zamieszczone na stronie internetowej http://eea.eu/eoinet pozwalają na porównanie efektów działalności sieci ARMAAG z działalnością innych sieci.

Porównanie wyników pomiarów z różnych miast europejskich przedstawiono poniżej:

Tabela 35. Porównanie stężeń średniorocznych

Substancja	Stężenie średnioroczne ($\mu g/m^3$)					
	Gdańsk	Kopenhaga	Paryż	Zurich	Leicester	Coventry
SO_2	5	2	6	5	2	2
NO_2	22	25	39	39	30	18
PM10	42	27	22	30	23	19
O_3	53	54	39		43	51
CO	499	301	400	510	200	200
Benzen	1,8	2,3	1,4			

Tabela 36. Porównanie stężeń chwilowych

Substancja	Maksymalne stężenie 1h [$\mu g/m^3$]					
	Gdańsk	Kopenhaga	Paryż	Zurich	Leicester	Coventry
SO_2	108		131		114	88
NO_2	165		275		130	139
PM10	600		180		269	157
O_3	162	164	213	196	184	198
CO	5823	1540	3900		3500	1700
Benzen	16,5	17				

Tabela 37. Porównanie stężeń średniodobowych

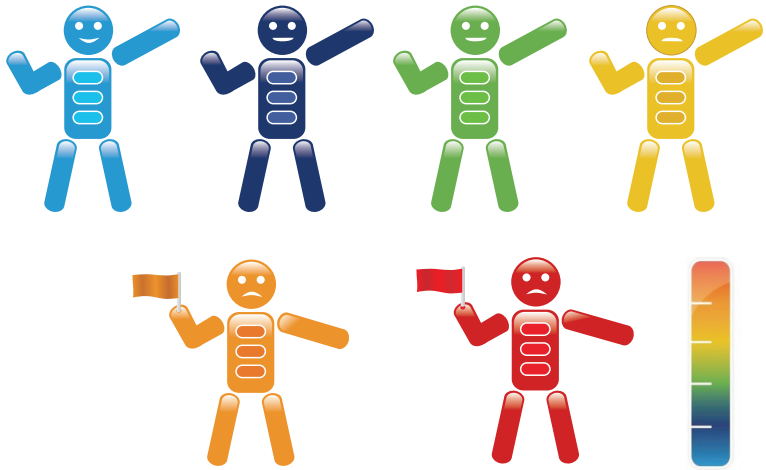
Substancja	Stężenie maksymalne średniodobowe (μg/m3)			
	Gdańsk	Kopenhaga	Paryż	Zurich
SO_2	62		29	17
NO_2			122	103
PM10	303		84	163
O_3	160*	154*	192*	
CO	5460*	1055*	2900*	1620
Benzen		9*		

** maksymalne stężenie 8h*

URZĄD MIASTA GDYNIA
WYDZIAŁ ŚRODOWISKA

FUNDACJA ARMAAG
Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej
Gdynia
Sopot
Gdańsk
Tczew

ATMOludek - WSKAŹNIKIEM JAKOŚCI POWIETRZA W NASZYM MIEŚCIE
SPRAWDZ KOLOR SWOJEGO ATMOludka



Kolor niebieski i ciemoniebieski informuje: jest bardzo dobrze możesz korzystać bez ograniczeń ze świeżego powietrza;

Kolor zielony informuje: osoby wrażliwe (dzieci, osoby starsze) powinny ograniczyć aktywność ruchową w pobliżu ruchliwych szlaków komunikacyjnych;

Kolor żółty radzi: wybieraj na spacery tereny bardziej odległe od ulic o dużym natężeniu uchu i dzielnic opalonych węglem;

Kolor pomarńczowy ostrzega: aktywność ruchowa na wolnym powietrzu wskazana tylko dla osób zdrowych, zostaw samochód w domu;

Kolor czerwony alarmuje: jeśli masz kłopoty ze zdrowiem pozostań w domu, skontaktuj się ze swoim lekarzem, zamknij okna. Jeśli jesteś zdrowy zostaw samochód w domu, skorzystaj z transportu publicznego lub roweru;

GDYNIA moje miasto

Więcej informacji znajdziesz na stronie www.armaag.gda.pl

6. INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA

W 2006 roku zakończona została budowa kompleksowego systemu informacyjnego sieci ARMAAG obejmującego:

- stronę internetową
- panele informacyjne
- prezentację wyników w Centrum Edukacji Ekologicznej
- raporty tradycyjne
- bieżący udział w akcjach edukacyjnych
- bieżący udział w programach telewizyjnych i radiowych

Głównym nośnikiem informacji jest strona internetowa fundacji (www.armaag.gda.pl), a szczególnie przedstawiana tam informacja bieżąca, obejmująca indeks jakości powietrza wyliczany na podstawie pomiarów i prognozę indeksu uzyskiwaną z modelowania przy użyciu modelu Calmet-Calpuff.
Oprócz informacji własnej, Fundacja upublicznia swoje wyniki na stronie (www.airquality.now) utworzonej w ramach projektu CITEAIR, do którego sieć ARMAAG przystąpiła w roku 2006.

6.1. Strona internetowa

Informacja na stronie internetowej Fundacji, obejmuje:

- informacje ogólne,
- komunikat o jakości powietrza,
- indeks jakości powietrza,
- prognozę indeksu,
- stężenia substancji i parametry meteorologiczne w tzw.nrt (near real time),
- analizę zmian z ostatnich trzech dni,
- raporty miesięczne i roczne,
- projekty europejskie,
- odnośniki do zaprzyjaźnionych stron.

Komunikat aktualizowany jest co 4 godziny, na podstawie wstępnie zweryfikowanych pomiarów, zakresy skorelowane są z poziomami stężeń przyjmowanych w ocenach jakości powietrza (www.armaag.gda.pl/komunikat).

6. INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA

Od 2006 roku na stronie znaleźć również można indeks jakości powietrza - informację określającą w przystępny sposób w jakim stopniu kształtuje się poziom zanieczyszczenia powietrza w aglomeracji trójmiejskiej i w Tczewie, bez szczegółowego określania stężeń poszczególnych, mierzonych czynników.

Z dotychczasowych doświadczeń wynika, iż podawanie zmierzonych wartości stężeń nie jest czytelne dla przeciętnego odbiorcy w kontekście oceny jakości powietrza. W wyniku analizy oczekiwań formułowanych podczas spotkań z młodzieżą, studentami, uczestnikami debaty publicznej, mediami a także z obserwacji prezentacji w innych krajach zaproponowano (oprócz standardowych prezentacji wykresów, map stężeń itp.) graficzne odwzorowanie stanu powietrza poprzez odpowiednio dobrany zestaw komunikatów. Inforowanie stanu powietrza poprzez odpowiednio dobrany zestaw komunikatów. Indeks jakości powietrza, opisujący jak czyste lub jak zanieczyszczone jest powietrze, prezentowany jest co godzinę (www.armaag.gda.pl/indeks).

W roku ubiegłym do października indeks wyliczany z pomiarów oparty był o formułę tzw. „indeksu niemieckiego". Od października indeks pomiarowy i prognoza indeks przestrzennego wyliczane są zgodnie z formułą:

A/ indeks bezozonowy - indeks wyznaczany co1h dla każdej substancji, następnie wybierany jest najgorszy indeks i to jest właśnie indeks dla danej godziny, i tak co godzinę dla każdej stacji.

Stężenia $\mu g/m^3$				Indeks
NO_2	SO_2	PM10	C_6H_6	
0-30	0-40	0-20	0-1	bardzo dobry(1)
30,01-85	40,01-120	20,01-80	1,01-4	dobry (2)
85,01-110	120,01-160	80,01-100	4,01-6	zadowalający (3)
110,01-165	160,01-250	100,01-160	6,01-12	dostateczny (4)
165,01-275	250,01-400	160,01-240	12,01-20	zły(5)
275-400	400-500	240,01-280	20,01-30	bardzo zły(6)

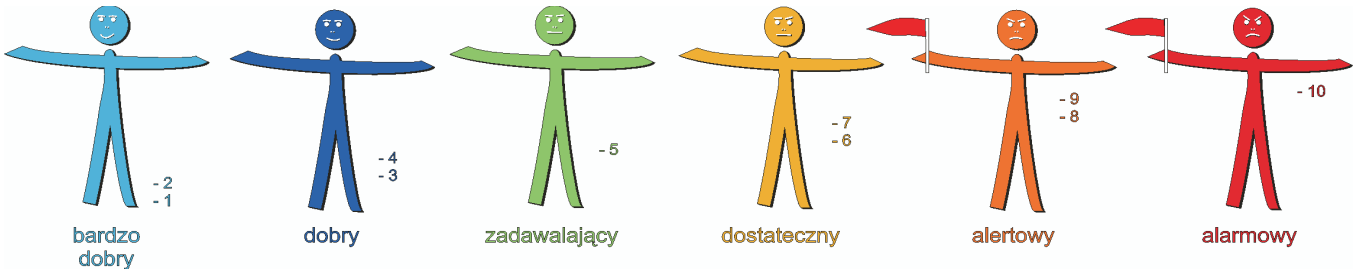
B/ indeks ozonowy - indeks wyznaczany co1h dla każdej substancji również ozonu, następnie wybierany jest ten najgorszy, i tak co godzinę dla każdej stacji.

Stężenia $\mu g/m^3$					Indeks
NO_2	SO_2	PM10	C_6H_6	O_3	
0-30	0-40	0-20	0-1	0-40	bardzo dobry (1)
30,01-85	40,01-120	20,01-80	1,01-4	40,01-80	dobry (2)
85,01-110	120,01-160	80,01-100	4,01-6	80,01-120	zadowalający (3)
110,01-165	160,01-250	100,01-160	6,01-12	120,01-180	dostateczny (4)
165,01-275	250,01-400	160,01-240	12,01-20	180,01-240	zły(5)
275-400	400-500	240,01-280	20,01-30	?240	bardzo zły(6)

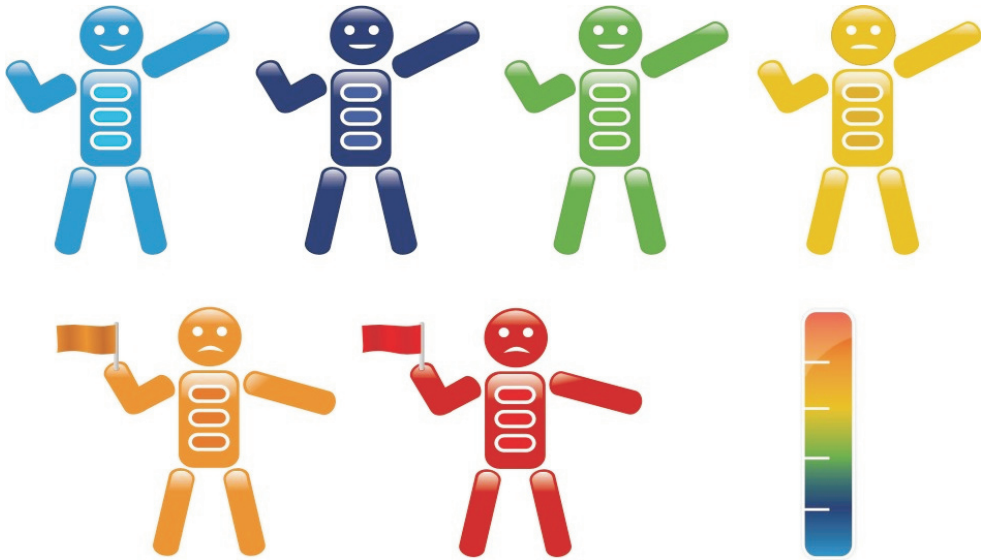
6. INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA

Po raz pierwszy graficzny znak indeksu, którego autorem jest Anna Golędzinowska, został zaprezentowany w roku 2003 w projekcie AIRPOMERANIA, aplikującym do instrumentu finansowego LIFE Środowisko. Ostateczna wersja znaku graficznego oraz jego nazwa jest wynikiem wyboru z wielu propozycji zgłaszanych podczas spotkań z młodzieżą oraz przez odbiorców informacji bieżącej w prasie i internecie. Ewolucję znaku graficznego pokazano na rycinie 77.

Wersja 1.



Wersja ostateczna.

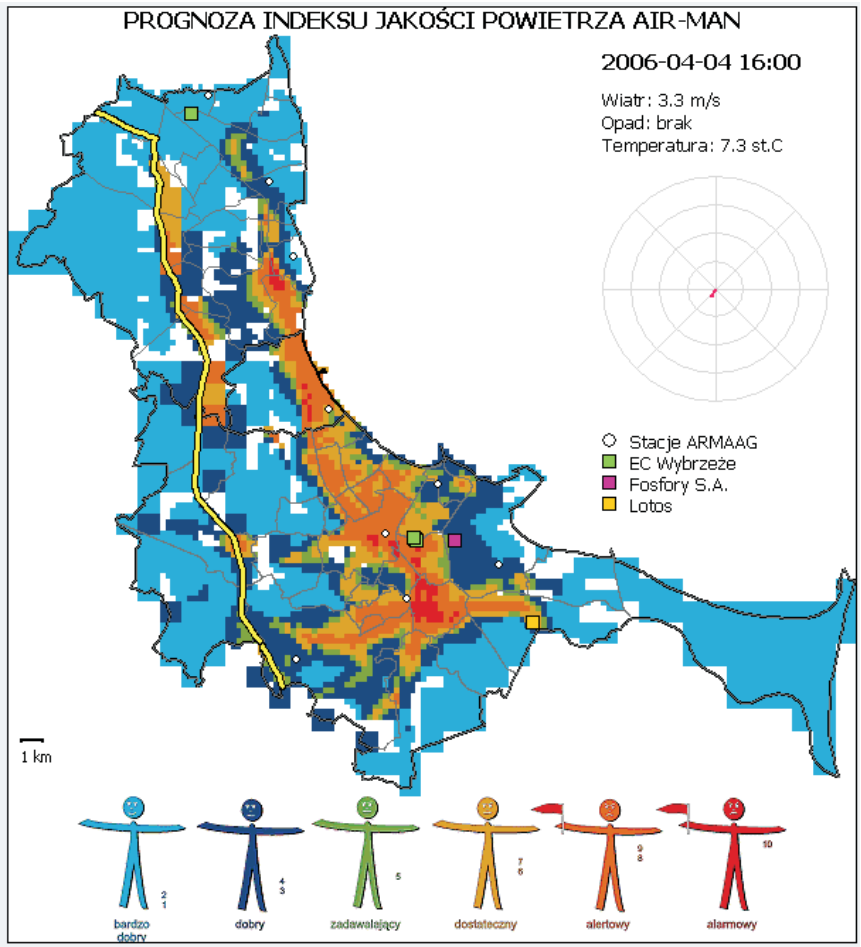


Ryc.77. Znak graficzny indeksu jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej

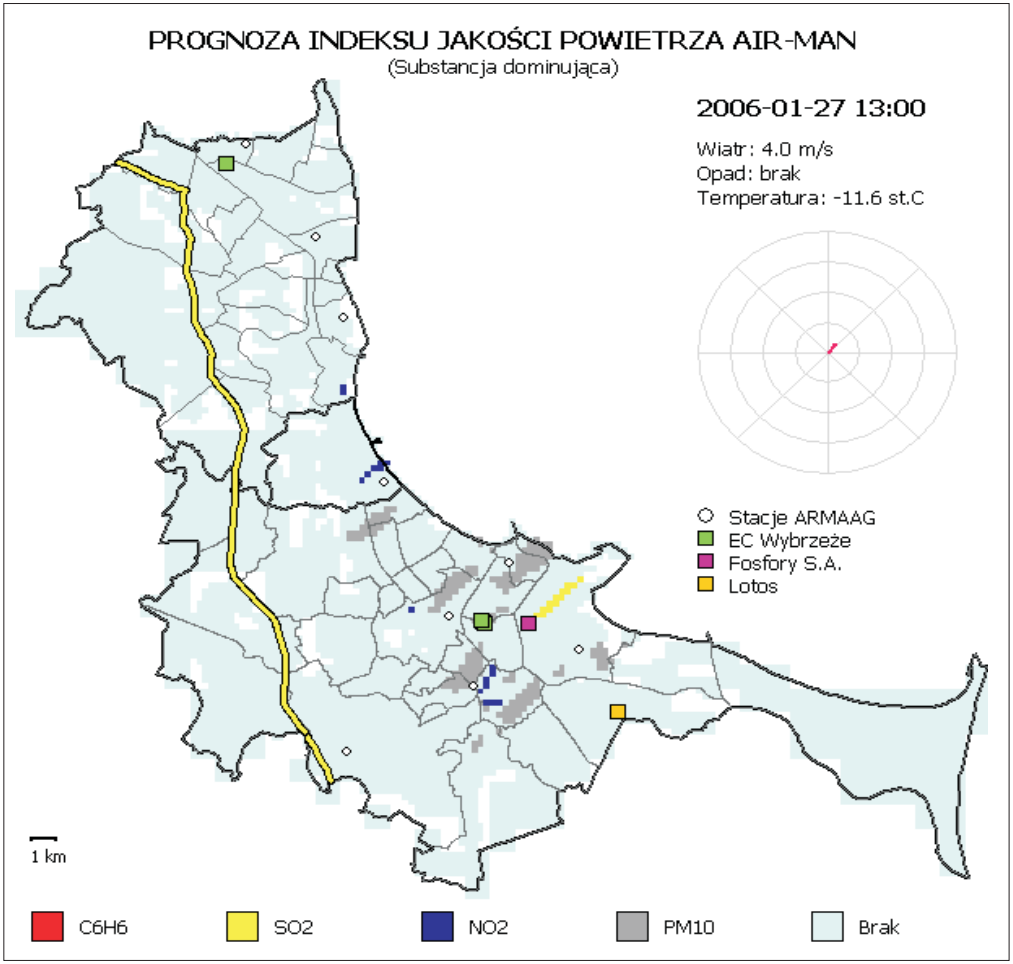
Na stronie internetowej pokazywany jest indeks jakości powietrza obliczany co godzinę dla każdej stacji.

Prognozy indeksu przestrzennego (www.armaag.gda.pl/prognoza) obliczane są dla każdej godziny na następną dobę. Podstawą obliczeń modelowych są: numeryczna prognoza pogody otrzymywana z Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego oraz baza emisji. Do obliczeń modelowych został zastosowany model Calmet-Calpuff, dostosowwany dla potrzeb Fundacji ARMAAG przez firmę Ekometria sp. z o. o w Gdańsku.

Przykład wizualizacji prognozy indeksu przestrzennego i udział substancji dominującej pokazano na rycinach poniżej.



Ryc.78. Prognoza indeksu z 4 kwietnia 2006, godzina 16



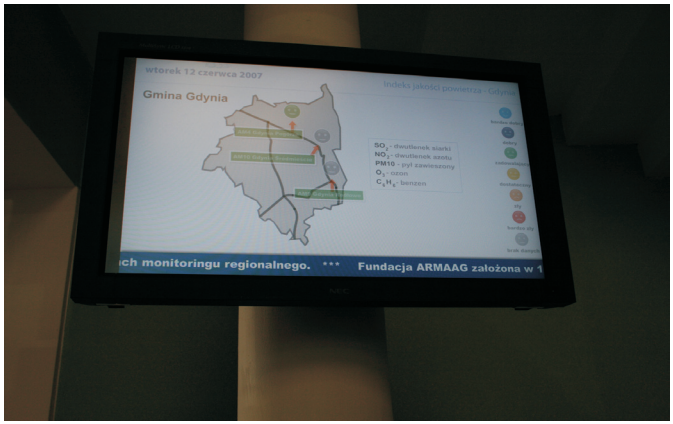
Ryc.79 Substancja dominująca w prognozowanym indeksie

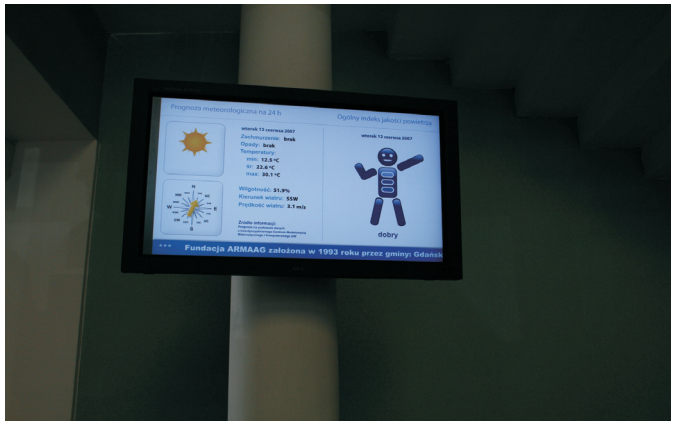
6.2. Informacja na ogólnodostępnych panelach informacyjnych

Panele informacyjne (wyświetlacze multimedialne), które powstały dzięki pomysłowi i staraniom o dofinansowanie Pana Piotra Stepnowskiego, członka Zarządu Fundacji, uruchomiono w listopadzie 2006 roku. W dwóch miejscach publicznie dostępnych, tj., w Urzędach Miast Gdańska i Gdyni zainstalowane zostały 32" monitory LCD, na których oprócz bieżącej informacji z pomiarów automatycznych aktualizowanych co jedną godzinę, pokazywana jest 24-godzinna prognoza stanu powietrza w jednogodzinnych odstępach czasowych. Obserwowane duże zainteresowanie tym komunikatem o jakości powietrza przez osoby, korzystające z tego systemu informacji, potwierdza trafność decyzji o jego publicznej prezentacji.

Ryc.80.System prezentacji multimedialnej na wyświetlaczach LCD

Ryc.81. Panel informacyjny w Urzędzie Miejskim w Gdańsku





Ryc. 82. Panel informacyjny w Urzędzie Miasta Gdyni

6.3. Indeks jakości powietrza CITEAIR

W październiku 2006 podjęto decyzję o udziale Fundacji w europejskim projekcie CITEAIR. Udział w projekcie polegał między innymi na przekazywaniu danych do obliczania Indeksu CITEAIR, określanego niezależnie dla stacji komunikacyjnych i stacji tła miejskiego, dla PM10, NO_2, O_3, CO i SO_2 (dwa ostatnie zanieczyszczenia traktowane są jako dodatkowe). Za główne zanieczyszczenia w stacjach komunikacyjnych uznaje się PM10 i NO_2, traktując CO jako zanieczyszczenie dodatkowe (nie uwzględnia się SO_2). Zdecydowano się zastosować jednolite kryteria dla obu typów stacji. Wprowadzono 5 klas zanieczyszczenia powietrza:

CAQI=0 - 25 – „bardzo niskie" stężenie zanieczyszczeń,
CAQI=25-50 – stężenie „niskie",
CAQI=50-75– stężenie „średnie",
CAQI=75-100 – stężenie „wysokie",
CAQI>100 – stężenie „bardzo wysokie".

Tabela 38. Wartości indeksu CAQI dla różnych zanieczyszczeń i czasów uśredniania[1]

CAQI	Kategoria	NO_2	PM10	O_3	CO	SO_2
		1h [μg/m^3]	1h [μg/m^3]	1h [μg/m^3]	8h [mg/m^3]	1h [μg/m^3]
0-25	Bardzo niskie	0-50	0-25	0-60	0-5	0-50
25-50	Niskie	50-100	25-50	60-120	5-7,5	50-100
50-75	Średnie	100-200	50-75	120-180	7,5-10,0	100-300
75-100	Wysokie	200-400	75-100	180-240	10,0-20,0	300-500
>100	Bardzo wysokie	>400	>100	>240	>20,0	>500

Założono godzinową i dobową aktualizację CAQI. Jako podstawę wyliczania indeksu dobowego przyjęto maksymalne 1h wartość stężenia w ciągu doby, a dla CO – maksimum dobowe spośród 8h średnich kroczących. Dla PM10 wykorzystuje się wyłącznie 1h maksimum dobowe. Przy ocenie indeksu godzinowego stosuje się aktualne 1h wartości stężenia zanieczyszczeń za wyjątkiem CO, dla którego podstawą wyliczania indeksu jest bieżąca wartość 8h średniej kroczącej.
W dwóch spotkaniach roboczych zespołu CITEAIR w Brukseli i spotkaniu kończącym w Pradze brała udział Pani Michalina Bielawska- pracownik Fundacji. Na spotkaniu w Pradze przedstawiła poster „ The Tram project in Gdansk".

[1] Strona internetowa www.airquality.now

6.4. Podsumowanie

Zadania Fundacji w obszarze informacyjnym zostały wykonane w znacznie większym zakresie niż to planowano. Nowa strona internetowa, uruchomienie paneli infomacyjnych, cotygodniowy komunikat o prognozowanej jakości powietrza i udział pracowników w kampaniach edukacyjnych organizowanych przez różne instytucje pozwoliły na szersze niż dotychczas upowszechnianie informacji o działalności sieci monitoringu ARMAAG.

Analiza ilości osób korzystających z serwisu ARMAAG, obejmującego:

- stronę internetową
- panele informacyjne
- prezentację wyników w Centrum Edukacji Ekologicznej
- raporty tradycyjne
- udział w akcjach edukacyjnych
- udział w reportażach telewizyjnych i radiowych

pozwala na sformułowanie następującego wniosku :

Informacja o jakości powietrza z uwagi na jej wpływ na zdrowie ludzi musi być dostępna w środkach masowego przekazu. Tyko przez powszechnie dostępną informację, czytelną i zrozumiałą, można w istotny sposób wpływać na prozdrowotne zachowania ludzi, jak również podmiotów gospodarczych.

7. PODSUMOWANIE

Kolejny rok pracy sieci ARMAAG umocnił prestiż organizacji. Dobra opinia o jakości pracy sieci pozwoliła na zrealizowanie szeregu prac związanych z upowszechnianiem informacji, także w środowiskach poza aglomeracją. Niewątpliwym sukcesem było zaproszenie do współpracy przez Instytut Ochrony Środowiska, a także udział w europejskim projekcje CITEAIR.
Oprócz podstawowej działalności operacyjnej przez cały 2006 prowadzone były intensywne prace nad wdrożeniem systemu zarządzania PN-EN/IEC ISO17025:2005 i przygotowaniem wniosku o akredytację.
W 2006 potencjał Fundacji wzmocnił się o nowoczesne rozwiązania informatyczne oparte o najnowsze technologie telekomunikacyjne i zarządzania bazami danych. Wprowadzone zostały także nowe techniki wizualizacji pomiarów i prognoz oparte o oprogramowanie ArcGIS.
Realizacja szerokiego zakresu zadań 2006 roku możliwa była przez zaangażowanie całego zespołu obejmującego wysokospecjalizowaną kadrę, sprawne i kompetentne kierownictwo oraz solidarne finansowanie przez organa samorządu terytorialnego (Założycieli Fundacji) i Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.
W roku 2006 procent ważnych danych z większości analizatorów przekraczał znacząco 90%. Dłuższe przerwy w pracy wystąpiły w związku z częstymi awariami generatora wodoru w stacji AM10.
Pod koniec roku 2006 na stacji AM9 w Gdyni Redłowie rozpoczęto – we współpracy z Wojewódzkim Inspektorem Ochrony Środowiska – realizację projektu pt." Badania ekwiwalentności metod pomiarowych pyłu PM10".

Stan atmosfery w Aglomeracji Gdańskiej ulega systematycznej poprawie w zakresie emisji dwutlenku siarki. Jednak z powodu znacznego wzrostu ilości samochodów, a także intensywniejszej działalności gospodarczej , nastąpił znaczny wzrost stężeń pyłu PM10. Epizody wysokich stężeń wystąpiły w roku 2006 w styczniu, marcu, lipcu oraz wrześniu. Czas ich trwania wynosił 2 do 5 dni. Przekroczeniom stężeń średniodobowych pyłu PM 10 towarzyszyły wysokie stężenia dwutlenku azotu. W miesiącach letnich sytuacja ta wywołana była niesprzyjającymi warunkami meteorologicznymi w aglomeracji. W Tczewie charakteryzującym się innym klimatem epizody w lecie nie występowały.

W porównaniu z rokiem 2005 jakość powietrza w aglomeracji uległa pogorszeniu w Gdańsku i w Gdyni, nie zmieniła się w Sopocie i Tczewie.

INORGANIC NITROGEN AND SULPHUR SPECIES IN THE AIR OVER URBANIZED GDYNIA AND HEALTH RESORT OF SOPOT

NIEORGANICZNE ZWIĄZKI AZOTU I SIARKI W POWIETRZU NAD ZURBANIZOWANĄ GDYNIĄ I UZDROWISKIEM SOPOT

Anita Lewandowska[1],
Lucyna Falkowska[2],
Magdalena Bełdowska[3],
Krystyna Szymańska[4]

[1-3] Instytut Oceanografii, Uniwersytet Gdański, nadsta@sat.ocean.univ.gda.pl Piłsudskiego 46, 81-378, Gdynia, Polska
[4] Fundacja Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej

Summary

Concentrations of ionic components of aerosols and gaseous components of air since January to November 2005 on two coastal stations: Gdynia and Sopot were determined. Results showed high variances in the concentrations of measured compounds between two stations. Higher concentrations of all analyzed species, except sulphates, were observed in urbanized Gdynia than in health resort of Sopot. Prevailing wind directions in Sopot and Gdynia suggest terrigenic and anthropogenic source of aerosols and gases in the air over both stations. Also small wind speeds (average 2.0 m s^{-1} for Gdynia and 1.9 m s^{-1} for Sopot) point at rather micro scale (local) character of air condition than mezo scale effect or higher. In Sopot the influence of the sea spray emission on the chemical composition of aerosols and gases was much more visible than in Gdynia.

Streszczenie

Stężenia jonowych składników aerozoli oraz gazowych składników powietrza mierzono od stycznia do listopada 2005 na dwóch stacjach pomiarowych: w Gdyni i w Sopocie. Wyniki, jakie uzyskano wskazują jednoznacznie na różnice stężeń analizowanych związków nad obiema stacjami. Wyższe stężenia wszystkich analizowanych związków, za wyjątkiem siarczanów, uzyskano nad zurbanizowaną Gdynią niż uzdrowiskiem Sopot. Dominujące kierunki wiatru w Gdyni i Sopocie sugerują terygeniczne i antropogeniczne pochodzenie aerozoli i gazów na obu stacjach. Także małe prędkości wiatru (średnio 2,0 m s^{-1} dla Gdyni i 1,9 m s^{-1} dla Sopotu) wskazują raczej na uwarunkowania o charakterze mikroskalowym (lokalnym) niż na oddziaływania mezoskalowe lub większe. W Sopocie większy udział niż w Gdyni miała ponadto emisja związków azotu i siarki z morza do atmosfery.

1. Wstęp

Rozwój gospodarczy na świecie w ostatnich dziesięcioleciach przyczynił się do gwałtownego zanieczyszczenia środowiska. Atmosfera jest także jednym z nadmiernie zanieczyszczonych jego komponentów. W Polsce i Europie związki azotu w atmosferze są obecne w postaci NH_3 i NO_X. Emisja NH3 jest związana z działalnością rolniczą, taką jak magazynowanie nawozów, użyźnianie ziemi czy hodowla zwierząt [1]. Inne źródła emisji amoniaku do atmosfery to systemy chłodzące, przemysł spożywczy i chemiczny (produkcja amoniaku i nawozów sztucznych). Tlenki azotu są natomiast emitowane do atmosfery głównie podczas spalania paliw, z działalności elektrowni, zakładów przemysłowych, na skutek ogrzewania mieszkań i działalności w sektorze usługowo - handlowym. Znaczącym źródłem emisji NOx, obecnego w atmosferze w postaci gazowego NO i NO_2 są ponadto transport drogowy, ruch statków i samoloty [2].

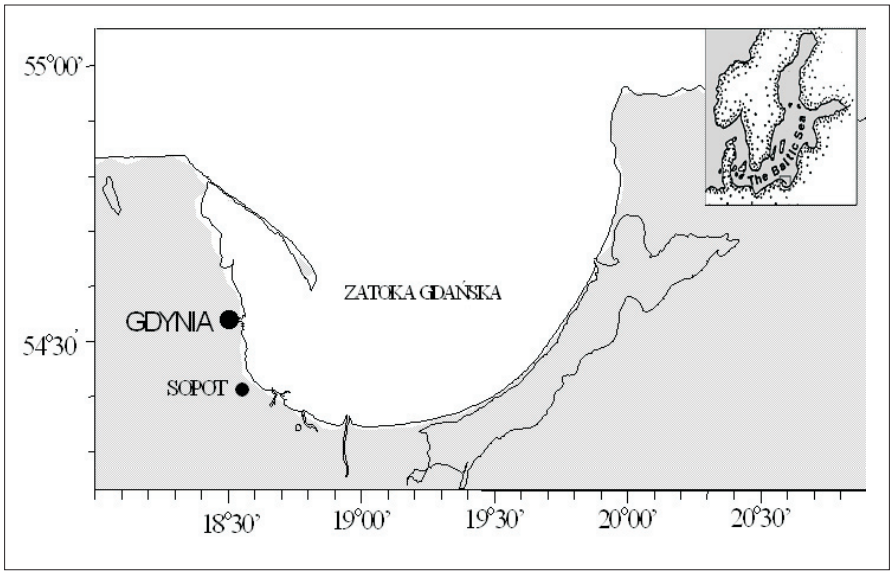
Emisja SO_2 wynika głównie z produkcji i transformacji energii. Także zakłady przemysłowe, zwłaszcza przemysł chemiczny (produkcja nawozów azotowych i fosforowych, paliw płynnych, olejów i smarów oraz włókien sztucznych) emitują do atmosfery związki siarki. Do produkcji nawozów fosforowych, na przykład, niezbędnym surowcem jest kwas siarkowy. W globalnym zanieczyszczaniu powietrza siarką znaczny jest udział transportu, który w krajach wysoko rozwiniętych przewyższa lub dorównuje emisji przemysłowej. Spaliny z silników benzynowych zawierają między innymi dwutlenek siarki. Obecnie wiele samochodów posiada katalizatory, co znacznie ogranicza emisję zanieczyszczeń, jednak liczba samochodów wciąż wzrasta, a zanieczyszczenie powietrza związkami siarki i azotu jest ciągle aktualnym problemem, pomimo znacznej redukcji zanieczyszczeń atmosfery tymi związkami.

W atmosferze nadmorskiej czyste powietrze pochodzenia morskiego ulega w strefie brzegowej transformacjom na skutek frakcjonowania i wzbogacania, co objawia się zwiększonym udziałem jonów związanych z aerozolami pochodzenia antropogenicznego (NO_3-, HNO_3, NH_4+, NH_3) i terygenicznego (K^+, Ca^{2+}, Cl^-) [3]. Aerozole antropogeniczne znajdują się oprócz terenów miejskich, także w rejonach niezurbanizowanych i nie dotkniętych działalnością człowieka. Jest to spowodowane ciągłą cyrkulacją powietrza, powodującą przenoszenie aerozoli na większe odległości.

W niniejszej pracy porównano stężenia podstawowych nieorganicznych związków azotu i siarki oraz określono źródła ich pochodzenia w Gdyni i Sopocie. Celem badań było zrozumienie mechanizmów, jakie zachodzą między lądem, atmosferą i morzem oraz określenie wpływu, jaki na nie wywiera stopień zurbanizowania miasta, zagęszczenie ludności oraz transport drogowy z jednej strony i bliskość morza z drugiej.

2. Materiały i metody

Próbki aerozoli i gazów pobierano w cyklu tygodniowym od stycznia do listopada 2005 roku na dwóch stacjach pomiarowych: w Gdyni i w Sopocie, należących do Agencji Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej (ARMAAG) (Rys. 1). Stacja pomiarowa w Gdyni (φ =54°31'31''N, λ =18°32'11''E) znajduje się na wysokości 4 m n.p.m. Prowadzi się na niej standardowo pomiary zanieczyszczeń: NO_X, NH_3, PM_{10}, BTX. Stacja pomiarowa w Sopocie (φ =54°25'54''N, λ = 18°34'47''E) znajduje się na wysokości 5m n.p.m. Obejmuje pomiarami takie zanieczyszczenia jak: SO_2, NO_X, PM_{10}, CO. Obie stacje są stacjami tła miejskiego. Na obu stacjach pomiarowych obok standardowych pomiarów prowadzonych w ramach działalności Fundacji ARMAAG, mierzono stężenia jonów w aerozolach (NO_3-, NH_4+ i SO_4^{2}-) oraz gazowych składników w powietrzu (HNO_3, NH_3 i H_2SO_4). Zastosowano w tym celu identyczne zestawy do pobierania aerozoli i gazów działające poprzez filtrowanie powietrza przez filtry i denudery. Aerozole pobierano używając zestawu filtrów, w których umieszczono trzy rodzaje sączków: teflonowy, nylonowy i Whatman 41, zaimpregnowany 5% kwasem ortofosforowym. Przechodzące przez zestaw filtrów powietrze w pierwszej kolejności przepływało przez sączek teflonowy. Zbierała się na nim frakcja dużych aerozoli, o średnicy $> 1\ \mu$m (np. NO_3-, NH_4+, SO_4^{2}-).



Rysunek 1. Lokalizacja stacji pomiarowych w Sopocie i Gdyni

Location of sampling sites in Sopot and Gdynia

Następnie powietrze przechodziło przez sączek nylonowy, na którym oprócz małych aerozoli o średnicy $< 1\ \mu m$ (np. NO_3-, SO_4^{2}-) osadzały się gazowe składniki powietrza (tj. HNO_3, H_2SO_4). Na osobnej kaskadzie, pod filtrem teflonowym i nylonowym umieszczono filtr Whatman 41. Na jego impregnowanej powierzchni zatrzymywała się gazowa frakcja amoniaku. Obok zestawu filtrów równolegle stosowano impregnowane denudery typu annular, które służyły do pobierania gazowego amoniaku, par kwasu siarkowego oraz kwasu azotowego. Dokładny opis pobierania próbek i analizy chemicznej przedstawiono we wcześniejszej pracy [4].

Zarówno w Gdyni, jak i Sopocie obok pomiarów zanieczyszczeń prowadzono także obserwację parametrów meteorologicznych tj.: temperatura i wilgotność powietrza, prędkość i kierunek wiatru oraz ciśnienie atmosferyczne (Tabela 1). Pomiary parametrów meteorologicznych prowadzono co 10 sekund, a następnie uśredniono je do wartości półgodzinnych oraz średnich wartości z okresów, w których pobierane były próbki zanieczyszczeń powietrza.

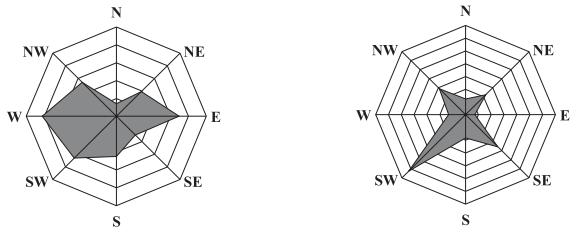
Tabela 1. Podstawowe parametry meteorologiczne nad Gdynią i Sopotem w roku 2005

Principal meteorological parameters over Gdynia and Sopot coastal stations in 2005

Estymator	T [ŞC]		P [hPa]		Rh [%]		Vw [m•s-1]	
	Gdynia	Sopot	Gdynia	Sopot	Gdynia	Sopot	Gdynia	Sopot
n	43	43	43	43	43	43	40	43
min.	-9,6	-10,4	974,8	970,8	22,2	22,3	0,2	0,1
max.	31,4	32,6	1040,2	1036,7	100,0	100,0	7,0	7,2
X	9,8	10,5	1016,7	1012,4	73,9	80,2	2,0	1,9
S.D.	7,7	7,9	9,2	9,3	14,6	14,0	1,3	1,1

Symbole: - średnia wartość, SD – odchylenie standardowe, max - wartość maksymalna, min - wartość minimalna

Podczas dziesięciu miesięcy pomiarów na stacji w Gdyni zanotowano największy udział wiatrów z kierunków zachodnich (NW-W-SW) i wschodnich (E-NE). Niewielki był udział wiatrów wiejących z południa, a zupełnie nieistotny statystycznie udział wiatrów od morza, napływających z północy (Rys. 2a).



Rysunek 2. Róża wiatrów nad stacja brzegową w Gdyni (a) i w Sopocie (b) w roku 2005

Wind direction in Gdynia (a) and Sopot (b) coastal stations in 2005

Na stacji pomiarowej w Sopocie biorąc pod uwagę cały okres badawczy dominowały wiatry z kierunku południowo-zachodniego. Zaznaczył się także udział wiatrów napływających z kierunków północno-zachodniego i północno-wschodniego oraz południowo-wschodniego (Rys. 2 b).

3. Wyniki i dyskusja wyników

Warunki środowiskowe nad obszarem Trójmiasta kształtowane są pod wpływem nakładających się morskich i lądowych mas powietrza. Masy te zawierają składniki naturalne (morskie i terygeniczne) oraz pochodzące z działalności człowieka. Ma to istotny wpływ na skład chemiczny aerozoli i powietrza w tym rejonie. Gdynia i Sopot są oddalone od siebie o zaledwie kilkanaście kilometrów, ale charakteryzują się zdecydowanie różnym usytuowaniem i stopniem antropopresji. Sopot to od lat miasto-uzdrowisko o małej antropopresji. Gdynia, z kolei to miasto zurbanizowane (porty, stocznia, elektrociepłownia, masowa baza przeładunkowa) z gęstą siecią dróg dla różnego rodzaju środków transportu.

Wyniki, jakie uzyskano w Gdyni i Sopocie jednoznacznie wskazują, że wśród gazowych składników powietrza najwyższą wartością stężeń charakteryzował się dwutlenek azotu, podczas gdy wśród jonowych składników aerozoli dominowały azotany i jon amonowy (Tabela 2). Wszystkie zanieczyszczenia wykazywały wyższe stężenia w Gdyni niż w Sopocie. Wyjątek stanowiły siarczany, których średnie stężenie było wyższe w Sopocie. W Gdyni siarczany i pary kwasu siarkowego oraz chlorki występowały na podobnym poziomie stężeń. Najniższe stężenia obserwowano dla sodu i par kwasu azotowego. W Sopocie najniższe były stężenia par kwasów siarkowego i azotowego (Tabela 2).

Stężenie jonów w aerozolach i gazowych składników w powietrzu determinowane jest głównie ich pochodzeniem oraz panującymi warunkami meteorologicznymi. W Gdyni Śródmieście w roku 2005 o wielkości stężenia jonów azotanowych i siarczanowych obecnych w aerozolach decydowały głównie prędkość i kierunek wiatru oraz temperatura powietrza. Od prędkości wiatru w największym stopniu zależy stężenie małych aerozoli antropogenicznego pochodzenia, do których zaliczają się właśnie jony azotanowe, amonowe i siarczanowe [5]. Jednak w przywodnej warstwie atmosfery takie składniki aerozoli jak siarczany, amoniak czy azotany mogą pochodzić zarówno z lądu, jak i z morza.

Stacja	Estymator	Stężenie [nmol• m-3]									
		SO2	NO2	Na+	Cl-	SO42-	H2SO4	NO3-	HNO3	NH4+	NH3
Gdynia	n	B.D.	43	43	43	42	42	43	43	43	43
	x	B.D.	595,9	14,8	26,4	20,9	22,9	75,5	16,4	56,1	35,0
	max.	B.D.	1838,3	31,2	211,2	97,2	72,8	148,1	78,0	185,9	154,2
	min.	B.D.	291,0	1,4	2,7	<LD	2,0	13,7	3,0	5,4	4,43
	SD	B.D.	360,5	7,0	35,8	20,5	12,1	36,5	14,8	41,5	29,7
Sopot	n	43	43	43	43	42	42	43	43	43	42
	x	149,7	304,4	10,4	11,5	36,4	8,4	61,3	6,4	44,9	26,0
	max.	358,6	544,9	30,1	52,2	72,3	17,2	131,3	11,3	113,3	75,5
	min.	102,8	148,1	0,6	0,6	15, 8	0,4	9,0	0,3	8,2	1,1
	SD	46,3	113,1	7,1	10,4	11,1	5,7	27,6	2,7	23,2	24,2

Tabela 2. Stężenia głównych składników aerozoli i gazowych składników powietrza nad Gdynią i Sopotem w 2005 roku

Concentrations of main aerosol and gas species over Gdynia and Sopot coastal stationsin 2005

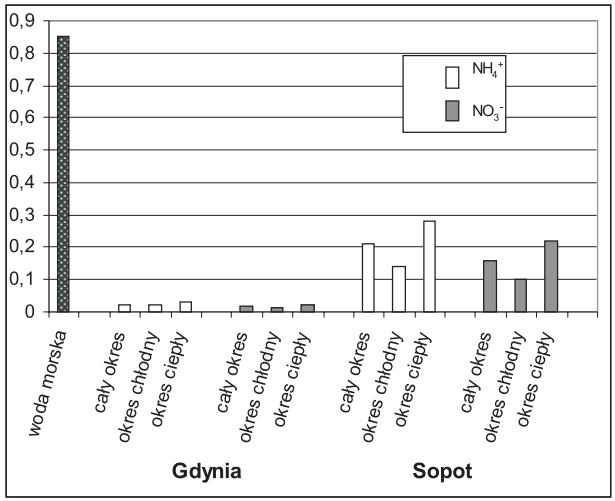
Symbole: - średnia wartość, SD – odchylenie standardowe, max - wartość maksymalna, min - wartość minimalna, B.D. - brak danych, <LD - poniżej limitu detekcji

$$E_{NO3}- = Na^{+}/(Cl-+NO_3-) \quad [1],$$

a dla jonów NH_4+ współczynnik pochodzenia jonów amonowych

$$ENH_4+ = Na^{+}/(Cl- + NH_4+) \quad [2].$$

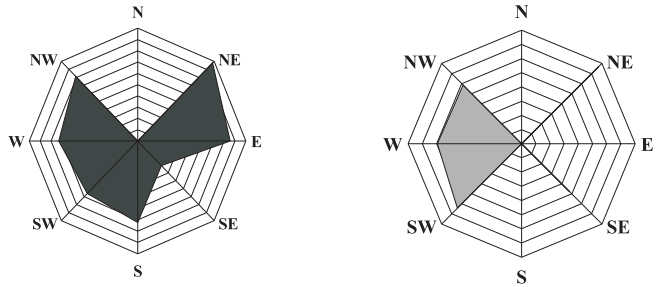
W wodzie morskiej współczynniki E_{NO3}- i E_{NH4}+ upraszcza się do formy Na+/Cl- i szacuje na 0,85. Średnia wartość współczynnika pochodzenia azotanów dla całego okresu pomiarowego na stacji w Gdyni wyniosła 0,018 i była o rząd wielkości niższa od współczynnika w wodzie morskiej. Odchylenia od wartości średniej spowodowane były dodatkowymi ilościami azotanów ze źródeł lądowych. W Sopocie średnie stężenie jonu azotanowego było niższe niż na stacji w Gdyni (Tabela 2). Jednak także w tym przypadku azotany pochodziły głównie ze źródeł lądowych, co potwierdzono współczynnikiem pochodzenia azotanów dla całego okresu pomiarowego na poziomie 0,16. Był on o rząd wielkości wyższy niż w Gdyni, co prawdopodobnie dowodzi, że powietrze w Sopocie jest mniej zanieczyszczone związkami azotu. W obu miejscowościach latem, gdy malała wydajność źródła azotanów (z procesów spalania) współczynniki E_{NO3}- wzrastały nawet dwukrotnie w stosunku do miesięcy chłodnych (Rys. 3).



Rysunek 3. Wartości współczynników pochodzenia jonów azotanowych i amonowych w aerozolach nad Gdynią i Sopotem w roku 2005

Ammonium and nitrate origin coefficients in aerosols over Gdynia and Sopot in 2005

O antropogenicznym pochodzeniu jonów azotanowych świadczą także róże zanieczyszczeń uzyskane w obu miejscowościach. W Gdyni stężenia jonu azotanowego były najwyższe, gdy wiały wiatry z północnego wschodu, wschodu i sektora od S do NW (Rys. 4a). Nie zanotowano aerozoli bogatych w jony azotanowe przy wiatrach typowo morskich (sektor północny), ze względu na fakt, że wiatrów takich nie obserwowano.

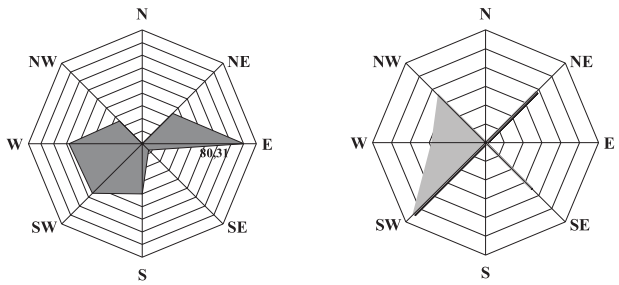


Rysunek 4. Róża stężeń jonu azotanowego [nmol m-^{3}] przy wiatrach wiejących z różnych kierunków na stacji w Gdyni (a) i w Sopocie (b) w roku 2005

The concentrations of nitrate [nmol m-^{3}] over Gdynia (a) and Sopot taking into account wind direction in 2005

Ze względu na niewielkie prędkości wiatru na obu stacjach pomiarowych (Tabela 1) można mówić o lokalnym źródle zanieczyszczeń [6]. Źródłem azotanów w Gdyni przy wiatrach z kierunku NW były Elektrociepłownia Wybrzeże S.A. oraz ruch komunikacyjny na ulicy Morskiej, o pierwszorzędnym znaczeniu w ruchu komunikacyjnym, podczas gdy z północnego wschodu nanoszone były zanieczyszczenia z Portu Marynarki Wojennej i Portu Gdynia oraz znad pobliskich ciągów komunikacyjnych o drugorzędnym znaczeniu pod względem natężenia ruchu. Azotany w Sopocie pochodziły przede wszystkim z ruchu komunikacyjnego, zwłaszcza, że najwyższe ich stężenia odnotowywano z sektora zachodniego, znad arterii łączącej Gdańsk z Gdynią (Rys. 4b).

Emisja amoniaku do powietrza tak w Polsce, jak i Europie jest głównie wynikiem działalności rolniczej [7, 1]. Jednak w Gdyni amoniak pochodził raczej ze źródeł pozarolniczych. Współczynnik pochodzenia jonów amonowych $E_{NH4}+$ w Gdyni wyniósł średnio 0,024 i był o rząd wielkości mniejszy od współczynnika wyznaczonego dla wody morskiej. Oznacza to, że NH_4+ w aerozolach nad Gdynią pochodził podobnie jak azotany ze źródeł lądowych. Współczynnik pochodzenia jonu amonowego był wyższy w sezonie ciepłym niż w sezonie chłodnym (Rys. 3), co wskazuje, że udział lądowego NH_4+ w powietrzu jest nieznacznie większy w okresie chłodnym. Na wschód od stacji pomiarowej w Gdyni zlokalizowany jest Port Gdynia Holding S.A. oraz nabrzeża Holenderskie, Duńskie, Szwedzkie i Śląskie, na których umieszczona jest Bałtycka Baza Masowa obsługująca eksport polskich produktów chemicznych, a w szczególności nawozów sztucznych (w tym saletry amonowej) [8]. Jon amonowy w atmosferze nad Gdynią maksymalne stężenia osiągał przy kierunkach wschodnim i zachodnich (Rys. 5a). Wysokie stężenia jonu amonowego w aerozolach przy wiatrach ze wschodu pomierzono nad Gdynią także w roku 2001[9]. Wówczas jednak współczynniki pochodzenia wskazały na morskie źródło jonów amonowych.

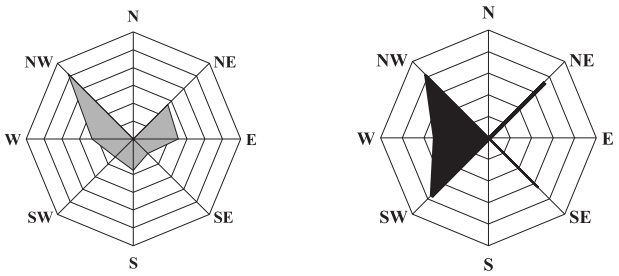


Rysunek 5. Róża stężeń jonu amonowego [nmol m-3] przy wiatrach wiejących z różnych kierunków na stacji w Gdyni (a) i Sopocie (b) w roku 2005

The concentrations of ammonium [nmol m-3] over Gdynia (a) and Sopot taking into account wind direction in 2005

Nad Sopotem róża stężeń jonu amonowego wskazywała równolegle na pochodzenie antropogeniczne i morskie (Rys. 5b). Jony amonowe nanoszone były głównie z kierunku południowo –zachodniego, co sugeruje ich lądowe pochodzenie. Jednocześnie przy wiatrach północno-wschodnich (od zatoki) także wzrastało stężenie NH_4+ pochodzenia morskiego. Potwierdził to współczynnik pochodzenia jonów amonowych, który dla całego okresu pomiarowego wynosił w Sopocie 0,2. Był on niższy niż współczynnik dla wody morskiej, ale jednocześnie o rząd wielkości wyższy niż $E_{NH4}+$ uzyskany w Gdyni. Amoniak w powietrzu nad Sopotem, ze względu na bliskość morza (450 m), mógł być zatem rezultatem emisji z powierzchni wody. Dodatkowo stwierdzono, że w sezonie ciepłym, gdy odnotowywano wyższe temperatury powietrza, a prędkość wiatru była niższa niż wartość średnia (Tabela 1) i wynosiła 1,5 m s^{-1} współczynnik pochodzenia jonów amonowych w Sopocie wzrastał i był prawie dwukrotnie wyższy niż w miesiącach chłodnych (Rys. 3).

W przypadku siarczanów, najwyższe ich stężenia w aerozolach nad Gdynią obserwowano, gdy wiały wiatry z kierunku północno-zachodniego, nanoszące zanieczyszczania związane z energetyką zawodową, tj. elektrociepłownią (Rys. 6a). W zimie, kiedy napływał wiatr od strony elektrociepłowni, stężenie siarczanów w aerozolach było nawet czterokrotnie wyższe od wartości średniej (np. w okresie 05.03 – 12.03.05: 85,6 nmol m^{-3}).



Rysunek 6. Róża stężeń jonu siarczanowego [nmol m^{-3}] przy wiatrach wiejących z różnych kierunków na stacji w Gdyni (a) i Sopocie (b) w roku 2005

The concentrations of sulphate [nmol m^{-3}] over Gdynia (a) and Sopot taking into account wind direction in 2005

Przy wiatrach z północnego wschodu siarczany, podobnie jak azotany, były nanoszone znad terenu obu portów zlokalizowanych w Gdyni. O antropogenicznym pochodzeniu jonów siarczanowych w Gdyni świadczy ich wysoki udział we frakcji nie związanej z solą morską (nssSO_4^{2}-). W powietrzu nad stacją w Gdyni w ciągu całego okresu pomiarowego średnio wynosił on 90,1%, jednak przy wiatrach od elektrociepłowni (wspomniany wcześniej okres 05.03 – 12.03.05) wzrastał nawet do 99,3%. Także stosunek SO_4^{2}-/Na+ w aerozolach w omawianym okresie był o dwa rzędy wielkości wyższy niż w wodzie morskiej (0,06) [10] i wynosił średnio 1,5, co dodatkowo potwierdza antropogeniczne pochodzenie siarczanów. Przy wiatrach od elektrociepłowni stosunek SO_4^{2}-/Na+ w aerozolach nad Gdynią osiągał wartości rzędu 8-13.

W atmosferze nad Sopotem siarczany obecne były w aerozolach nanoszonych głównie z kierunków zachodnich i północno–wschodniego (Rys. 6b). Średnie stężenie jonu siarczanowego było nieznacznie większe na stacji w Sopocie niż w Gdyni (Tabela 2). Udział siarczanów nie związanych z solą morską (nssSO_4^{2}-) był w Sopocie wyższy niż w Gdyni i wynosił średnio 98,2%. Dodatkowo, stosunek SO_4^{2}-/Na+ był o dwa rzędy wielkości wyższy niż w wodzie morskiej (0,06) i wynosił 5,9. Sugeruje to, że siarczany miały inne niż morskie pochodzenie. Nie związane z solą morską siarczany pochodzą z utleniania dwutlenku siarki ze źródeł antropogenicznych, zwłaszcza ze spalania paliw kopalnych zawierających związki siarki [11]. Tak duże stężenia siarczanów w powietrzu nad Sopotem mogły być zatem spowodowane nie rozwiązanym problemem ogrzewania w tym mieście. System zaopatrzenia w ciepło Sopotu nie jest ujednolicony. Składa się na niego około 267 lokalnych kotłowni, z których największa dysponuje mocą rzędu 16 MW. Największą ilość siarczanów do atmosfery dostarczają małe gospodarstwa domowe, w których palone są często odpady oraz śmieci uwalniając 31 t SO_4^{2}-/rok [12]. Z drugiej strony, do powstania tak dużego udziału nssSO42- mogło dojść na skutek fotooksydacji organicznych związków siarki takich jak DMS i COS, których źródłem jest morski fitoplankton. Nie są to jony związane z solą morską, ale mają morskie pochodzenie. W atmosferze nssSO_4^{2}- ulegają dość skomplikowanym reakcjom fotochemicznego utleniania do dwutlenku siarki a następnie do siarczanów. Za najważniejszy pod względem wielkości emisji uważa się DMS (Dimethyl sulfide) [13]. Pochodzi on głównie z glonów morskich, zawierających propionian dimetylosulfoniowy (DMSP), który jest wszechobecnym składnikiem materii organicznej i głównym prekursorem dimetylosiarczku. Prawdopodobnie w Sopocie siarczany, tak jak amoniak, pochodziły zarówno ze źródeł antropogenicznych , jak i były emitowane z powierzchni morza.

W Gdyni słabszy udział morza ze względu na większe oddalenie od linii brzegowej (1,5 km) przejawił się także brakiem istotnej statystycznie zależności między jonami sodu i chlorków. Chlorki w atmosferze nad Gdynią występowały w nadmiarze w stosunku do jonów sodu obecnych w aerozolach, a współczynnik Cl-/Na+ był średnio na poziomie 4, podczas gdy w wodzie morskiej wynosi on 1,18 [11]. Podobnie jak pozostałe składniki aerozoli także i chlorki mogły mieć swoje źródło na lądzie. W Gdyni nie uzyskano także statystycznie istotnej zależności między jonami sodu i azotanowymi oraz siarczanowymi, świadczącej o reakcji między solą morską i parami kwasów siarkowego oraz azotowego [6]. W Gdyni średnia temperatura była wysoka a wilgotność powietrza niska (Tabela 1). Sugeruje to, że jony amonowe, siarczanowe i azotanowe mogły z frakcji aerozoli przechodzić w gazy, dając amoniak, pary kwasu siarkowego i azotowego [11]. Stąd w Gdyni wyższe niż w Sopocie stężenia gazowych składników powietrza. W Sopocie natomiast wilgotność powietrza była wyższa, a średnia temperatura na zbliżonym poziomie. Z tego względu forma aerozolowa dominowała w Sopocie nad gazową (Tabela 2). Dodatkowo zaznaczył się na tej stacji udział morza, od którego stacja oddalona jest o 450 metrów. Stosunek Cl-/Na+ był średnio na poziomie 1,4 i był zbliżony do wartości w wodzie morskiej. Nie odnotowano wprawdzie istotnej statystycznie korelacji między jonami sodu i chlorków, jednak w aerozolach obecne były azotan i siarczan sodu, co potwierdzono współczynnikiem korelacji na poziomie istotności $r=0,5$ i 0,6 ($p<0,05$),

odpowiednio (Na+=0,14 NO3-+2,7; Na+=0,36 SO42--1,65). Pary kwasu chlorowodorowego powstające w reakcji soli morskiej z parami kwasów azotowego i siarkowego wchodziły natomiast w reakcję z amoniakiem dając chlorek amonu [4], co również potwierdzono współczynnikiem korelacji r=0,5 (p<0,05) (NH4+=0,12 Cl-+3,1). Takiego połączenia nie obserwowano podczas równoległych pomiarów w Gdyni w roku 2005.

4. Podsumowanie

1. Pomimo małej odległości między Sopotem i Gdynią skład chemiczny powietrza i procesy go determinujące różnią się zasadniczo nad obydwoma miastami.

2. W powietrzu nad Gdynią i Sopotem ze względu na niskie prędkości wiatrów (średnio 1,9-2,0 m s^{-1}) małe antropogeniczne aerozole bogate w jony azotanowe, amonowe i siarczanowe pochodziły ze źródeł lokalnych:
- Współczynniki pochodzenia jonów amonowych i azotanowych oraz stosunek siarczanów do sodu wskazał na ich lądowe pochodzenie nad Gdynią. W Sopocie, w przypadku azotanów było to źródło antropogeniczne i terygeniczne, podczas gdy amoniak i siarczany mogły być związane zarówno z zanieczyszczeniami lądowymi, jak i zostać wyemitowane z powierzchni morza.

3. W powietrzu nad Gdynią dominowały gazowe związki azotu i siarki ze względu na niższą niż w Sopocie wilgotność powietrza. W Sopocie natomiast warunki atmosferyczne sprzyjały konwersji gazów w cząstki.

4. Z porównania otrzymanych w trakcie badań wartości stężeń z dopuszczalnymi wynika, że na obu stacjach pomiarowych nie istnieje zagrożenie nadmiernym zanieczyszczeniem powietrza związkami azotu czy siarki. Stan jakości powietrza w Trójmieście dzięki panującym w nim warunkom lokalnej cyrkulacji i bliskości morza jest dobry, a w Sopocie nawet bardzo dobry.

5. Literatura

[1] HELCOM: Thematic Report: Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000, 2005, Baltic Sea Environment Proceedings 100, pp. 1-24. [2] Falkowska L., K. Korzeniewski: Chemia atmosfery, 1995, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, pp. 136 - 171. [3] Nadstazik A., R. Marks, M. Schulz: Nitrogen species and macroelements in aerosols over the southern Baltic Sea, 2000, Oceanologia, 42 (4), pp. 411- 424. [4] Lewandowska A., L. Falkowska: The climate change over the southern Baltic Sea region influenced by the anthropogenic aerosols, 2004, Ochrona powietrza w teorii i praktyce, Monografia, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrzu, pp.412. [5] Pakkanen T. A.: Study of formation of coarse particle nitrate aerosol, 1995, Atmospheric Environment 30, pp. 2475-2482. [6] Seinfeld J. H., S. N. Pandis: Atmospheric chemistry and physics from air pollution to climate change, 1998, Willey Interscience Publication, pp. 1326. [7] Raport Stan Środowiska w Polsce w latach 1996-200, 2003, Wydawnictwo IOŚ, Warszawa [8] www.bbm.gdynia.pl [9] Lewandowska A., L. Falkowska, M. Bełdowska: Ammonia and ammonium over the southern Baltic Sea Part 2. The origin of ammonia and ammonium over two coastal stations: Gdynia and Hel, 2004, Oceanologia, 46(2), pp. 185-200. [10] Sievering H., G. Ennis, E. Gorman: Size distributions and statistical analysis of nitrate, exces sulfate, and chloride deficit in the marine boundary layer during GCE/CASE/WATOX, 1990, Global Biogeochemical Cycles, 4, pp. 395-405. [11] Pszenny A., W. Keene, C. O`Dowd, M. Smith, P. Quinn: Sea salt aerosols, tropospheric sulphur cycling, and climate forcing, 1998, IGBP Newsletter 33, pp. 13-18. [12] www.infoeko.pomorskie.pl [13] Nguyen B.C., S. Belviso, N. Michalopoulos, J. Gostan, P. Nival: Dimethyl sulfide production during natural phytoplankton blooms, 1988, Marine Chemistry, Vol. 24, pp. 133-141.

SPIS TABEL

1. Dyspozycyjność [%] analizatorów w stacjach AM1 do AM10 w 2006 roku
2. Parametry pracy sieci ARMAAG w latach 200 –2006
3. Ilość danych dla sezonu letniego 2006 w zwalidowanej serii rocznej
4. Ilość danych dla sezonu grzewczego 2006 w zwalidowanej serii rocznej
5. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki w 2006 roku
6. Stężenia dwutlenku siarki średniookresowe i średnioroczne
7. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki średniodobowe [$\mu g/m^3$]
8. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki 1-godzinne [$\mu g/m^3$]
9. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w 2006 roku
10. Stężenia dwutlenku azotu średniookresowe i średnioroczne
11. Maksymalne stężenia dwutlenku azotu 1-godzinne [$\mu g/m^3$]
12. Stężenia średnioroczne tlenków azotu [$\mu g/m^3$]
13. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w 2006 roku
14. Stężenia pyłu PM10 średniookresowe i średnioroczne
15. Maksymalne stężenia średniodobowe pyłu PM10
16. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w 2006 roku
17. Maksymalne stężenia tlenku węgla 8h kroczące
18. Kompletność serii pomiarowych ozonu w 2006 roku
19. Maksymalne wartości stężeń ozonu 8h w 2006 roku
20. Częstość występowania określonych wartości stężeń ozonu [%]
21. Maksymalne wartości stężeń ozonu 1h w 2006 roku
22. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w 2006 roku
23. Stężenia węglowodorów aromatycznych (BTX i etylobenzen)
24. Wartości stężeń amoniaku średnioroczne i maksymalne w 2006 roku
25. Wartości stężeń dwutlenku węgla średnioroczne i maksymalne w 2006 roku
26. Dyspozycyjność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2006 roku
27. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim w latach 2002-2006
28. Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza za lata 2002-2006 w [0C] na stacjach ARMAAG
29. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006
30. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006
31. Maksymalne i minimalne terminowe ciśnienia atmosferycznego na stacjach ARMAAG ciśnienia atmosferycznego za lata 2002-2006
32. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych
33. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM10
34. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń na poszczególnych stacjach monitoringu w Polsce

35. Porównanie stężeń średniorocznych
36. Porównanie stężeń chwilowych
37. Porównanie stężeń średniodobowych
38. Wartości indeksu CAQI dla różnych zanieczyszczeń i czasów uśredniania

SPIS RYCIN

1. Mapa rozmieszczenia stacji pomiarowych ARMAAG w sieci monitoringu województwa pomorskiego
2. Procentowy udział stacji w ilości awarii ogółem w 2006 roku
3. Procentowy udział awarii związanych z wymianą części w 2006 roku
4. Tomasz Kołakowski podczas bieżącej obsługi stacji
5. Zajęcia poligonowe ze studentami z Politechniki Warszawskiej
6. Prezentacja systemu prognoz
7. Prezentacja ARMAAG dla uczestników Światowego Dnia Ochrony Środowiska
8. Stężenia dwutlenku siarki w sezonie grzewczym [$\mu g/m^3$]
9. Stężenia dwutlenku siarki w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
10. Stężenia dwutlenku siarki średnioroczne [$\mu g/m^3$]
11. Maksymalne stężenia dwutlenku siarki średniodobowe [$\mu g/m^3$]
12. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdańsku
13. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdyni
14. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Sopocie i Tczewie
15. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki w określonych przedziałach stężeń
16. Maksymalne wartości stężeń 1 godzinnych dwutlenku siarki [$\mu g/m^3$]
17. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki w określonych przedziałach stężeń
18. Stężenia dwutlenku azotu w sezonie grzewczym [$\mu g/m^3$]
19. Stężenia dwutlenku azotu w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
20. Stężenia dwutlenku azotu średnioroczne [$\mu g/m^3$]
21. Maksymalne wartości stężeń dwutlenku azotu 1-godzinnych [$\mu g/m^3$]
22. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń dwutlenku azotu w określonych przedziałach stężeń
23. Przeciętne przebiegi 1-godzinnych stężeń dwutlenku azotu
24. Stężenia tlenków azotu średnioroczne [$\mu g/m^3$]
25. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń dwutlenku azotu w dobie
26. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń tlenku azotu w dobie
27. Stężenia pyłu PM10 w sezonie grzewczym [$\mu g/m^3$]
28. Stężenia pyłu PM10 w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
29. Stężenia pyłu PM10 średnioroczne [$\mu g/m^3$]
30. Maksymalne wartości stężeń pyłu PM10 24h [$\mu g/m^3$]
31. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń pyłu PM10 [$\mu g/m^3$]
32. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń
33. Maksymalne stężenia tlenku węgla 8h kroczące [$\mu g/m^3$]
34. Przebiegi stężeń tlenku węgla 8h kroczących w stacjach sieci ARMAAG [$\mu g/m^3$]

35. Częstość występowania stężeń tlenku węgla 8h w określonych przedziałach wartości
36. Strona główna internetowego serwisu ozon.web EEA
37. Wyniki pomiarów stacji ARMAAG na stronie serwisu ozon.web EEA
38. Maksymalne stężenia ozonu 8h kroczące w sezonie letnim i grzewczym [$\mu g/m^3$]
39. Przebiegi dobowe stężeń ozonu 8h kroczących w kolejnych dobach roku
40. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2006 w odniesieniu do wartości 8h kroczących
41. Przebiegi stężeń ozonu 1h i temperatury w okresie pomiarowym 01.01 - 31.12.2006
42. Mapa ozonu-ilość dni ze stężeniami powyżej progu informowania
43. Mapa ozonu – ilość dni z stężeniami powyżej 120 mg/m3
44. Zmiany wartości średniodobowych stężeń dwutlenku węgla wraz z linią trendu od 2002 roku
45. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście oraz zakres pomiarów meteorologicznych
46. Roczny przebieg temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w latach 2002-2006
47. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006
48. Roczny przebieg wilgotności względnej na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006
49. Średnie miesięczne ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji za lata 2002-2006
50. Przebieg roczny ciśnienia w poszczególnych latach na przykładzie stacji AM6 w Sopocie
51. Roczne róże wiatrów na stacji AM4 Gdynia Pogórze za lata 2002-2006
52. Roczne róże wiatrów na stacji AM5 Gdańsk Szadółki za lata 2002-2006
53. Roczne róże wiatrów na stacji AM6 Sopot za lata 2002-2006
54. Roczne róże wiatrów na stacji AM7 Tczew za lata 2002-2006
55. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG za lata 2002-2006
56. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacji AM6 w Sopocie w latach 2002-2006
57. Zmienność natężenia promieniowania słonecznego bezpośredniego na stacji AM9 w Gdyni Redłowie w latach 2002-2006
58. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w 2006 roku
59. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006
60. Zmiany maksymalnych stężeń średnidowbowych dwutlenku siarki na stacajch w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006
61. Zmiany maksymalnych stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 1996-2006
62. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacajch w Gdyni w latach 1996-2006
63. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Sopocie w latach 1998-2006
64. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Tczewie w latach 1998- 2006
65. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006
66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006
67. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006
58. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w 2006 roku
59. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006

60. Zmiany maksymalnych stężeń średnidowbowych dwutlenku siarki na stacajch w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006
61. Zmiany maksymalnych stężeń średniorocznych dwutlenku siarki na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 1996-2006
62. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacajch w Gdyni w latach 1996-2006
63. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Sopocie w latach 1998-2006
64. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Tczewie w latach 1998- 2006
65. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006
66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach ARMAAG w latach 1996-2006
67. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie grzewczym w latach 1996-2006
68. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku w sezonie letnim w latach 1998-2006
69. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Gdyni za lata 1998-2006
70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Sopocie za lata 1998-2006
71. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacjach w Tczewie w latach 1998-2006
72. Stężenia dwutlenku azotu w dniach epizodów smogowych
73. Stężenia PM10 w dniach epizodów smogowych
74. Prognoza imisji dwutlenku azotu i pyłu PM10 w dniu 13 września
75. Prognoza imisji dwutlenku azotu i pyłu PM10 w dniu 14 września
76. Rozmieszczenie stacji automatycznego monitoringu atmosfery w Polsce.
77. Znak graficzny indeksu jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej
78. Prognoza indeksu z 4 kwietnia 2006, godzina 16
79. Substancja dominująca w prognozowanym indeksie
80. System prezentacji multimedialnej na wyświetlaczach LCD
81. Panel informacyjny w Urzędzie Miejskim w Gdańsku
82. Panel informacyjny w Urzędzie Miasta Gdyni

Niniejszy raport wykonano ze środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku
oraz dotacji Gmin Założycieli: Gdańska, Gdyni, Sopotu i Tczewa.

Fundacja ARMAAG
80-761 Gdańsk, ul.Elbląska 66
www.armaag.gda.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone
ISBN 83-913904-2-06
Egzemplarz bezpłatny

Korekta: Maria Markiewicz
Opracowanie graficzne: Joanna Suska
Druk: DRUKARNIA WL