STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE W ROKU 2005 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
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

Z satysfakcją przedstawiamy Państwu kolejny, ósmy już raport roczny o działalności sieci regionalnego monitoringu atmosfery ARMAAG.

W roku 2005 pomiary zanieczyszczeń w aglomeracji gdańskiej i w Tczewie prowadziliśmy w oparciu o program Państwowego Monitoringu Środowiska. Na podstawie doświadczeń innych sieci monitoringu opracowaliśmy indeks jakości powietrza, który w prosty sposób informuje społeczeństwo o stanie powietrza na obszarze działania Fundacji. Rozpoczęliśmy również prace nad wprowadzeniem systemu informacji i ostrzegania przed wystąpieniem podwyższonych wartości stężeń.

Informacja o jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej i Tczewie dostępna jest na stronach internetowych: www.armaag.gda.pl oraz www.gdansk.gda.pl/zielonemiasto

W roku 2005 zgodnie z wolą Członków - Założycieli: Gmin Gdańska, Gdyni, Sopotu i Tczewa, nastąpiła zmiana statutu Fundacji. Fundacja posiada obecnie potwierdzony status organizacji pozarządowej, nieprowadzącej działalności gospodarczej.

Działalność Fundacji w roku 2005 finansowana była przede wszystkim przez gminy: Gdańsk, Gdynię, Sopot i Tczew, a wspierana dotacjami Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku oraz Powiatowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Tczewie.

Mamy nadzieję, że informacje zawarte w naszym raporcie służyć będą rozwojowi monitoringu atmosfery i szerszemu dostępowi społeczeństwa do informacji o jakości powietrza.

Zarząd Fundacji ARMAAG

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	7
2.	PRACA FUNDACJI ARMAAG W ROKU 2005	9
2.1.	Część operacyjna	9
2.2.	Część informacyjna	14
2.3.	Inne prace statutowe	15
2.4.	Praca Zarządu	17
3.	WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ	18
3.1.	Dwutlenek siarki	19
3.2.	Tlenki azotu	27
3.2.1.	Dwutlenek azotu	28
3.2.2.	Tlenki azotu	34
3.3.	Pył PM10	35
3.4.	Tlenek węgla	46
3.5.	Ozon	50
3.6.	Zanieczyszczenia specyficzne	58
3.6.1.	Benzen, toluen, ksyleny	58
3.6.2.	Amoniak	61
3.6.3.	Dwutlenek węgla	61
3.7.	Pomiary wykonywane metodą spektroskopii	63
4.	OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE	64
4.1.	Dwutlenek siarki	67
4.2.	Dwutlenek azotu	71
4.3.	Pył PM10	74
4.4.	Tlenek węgla	81
4.5.	Ozon	81
4.6.	Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce w roku 2005	82
4.7.	Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy	85
5.	WARUNKI METEOROLOGICZNE	86
5.1.	Średnie i ekstremalne wartości niektórych parametrów meteorologicznych	88
5.2.	Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza	89
5.3.	Ciśnienie atmosferyczne	92
5.4.	Kierunek i prędkość wiatru	93
5.5.	Natężenie promieniowania bezpośredniego	97
6.	INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA	98
7.	Ocena jakości danych pomiarowych metodą analityczną za rok 2005	107
8.	PODSUMOWANIE	117
	Spis rycin	119
	Spis tabel	122

1. WSTĘP

Harmonogram zadań sieci ARMAAG na rok 2005 opracowany został na podstawie założeń Państwowego Monitoringu Środowiska oraz celów statutowych Fundacji.

Działalność Fundacji odbywała się w niezmienionych strukturach i w dotychczasowym zakresie obejmującym pomiary w 10 stacjach automatycznych i 1 stacji przenośnej. Oprócz doskonalenia techniki pomiarowej istotnym zadaniem było wdrożenie nowego sposobu prezentacji informacji o jakości powietrza. Zadanie to, szeroko realizowane w krajach 15-tki, umożliwia w sposób najbardziej komunikatywny upowszechnianie informacji o związku jakości powietrza ze stanem zdrowotnym.

W niniejszym raporcie przedstawiamy informacje o pracy stacji, wyniki pomiarów na podstawie zwalidowanych serii pomiarowych, ocenę jakości powietrza w obszarze działania sieci, zagadnienia związane z wyliczaniem i prezentacją indeksu jakości powietrza oraz informacje o pracy podobnych organizacji.

Jak co roku udostępniamy łamy raportu dla opracowania autorskiego, którym jest „Analiza statystyczna danych pomiarowych sieci ARMAAG za rok 2005": wykonana przez dr Oskara Czechowskiego. Praca ta weryfikuje za pomocą metod statystycznych 1h szeregi czasowe stężeń substancji i parametrów meteorologicznych.

Widok terenów portowych w Gdyni

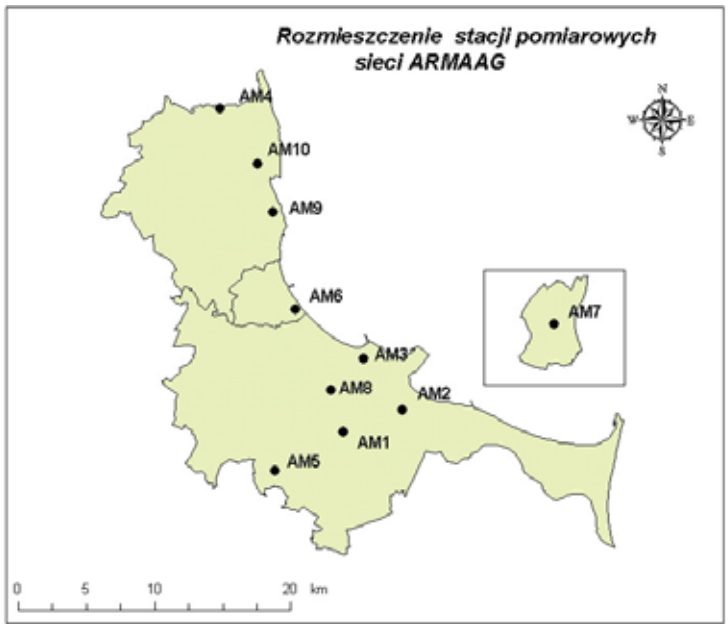
2.1. Część operacyjna

W roku 2005 pracowały wszystkie stacje sieci ARMAAG łącznie ze stacją przenośną DOAS. Zakres pomiarowy i technika pomiaru nie zmieniły się w stacjach AM5, AM8 i AM7 zmodernizowano system kalibracji i w miejsce systemu kalibracji gazami rozrzedzonymi wprowadzono system rozcieńczania gazów stężonych w zakupionych kalibratorach 146C.

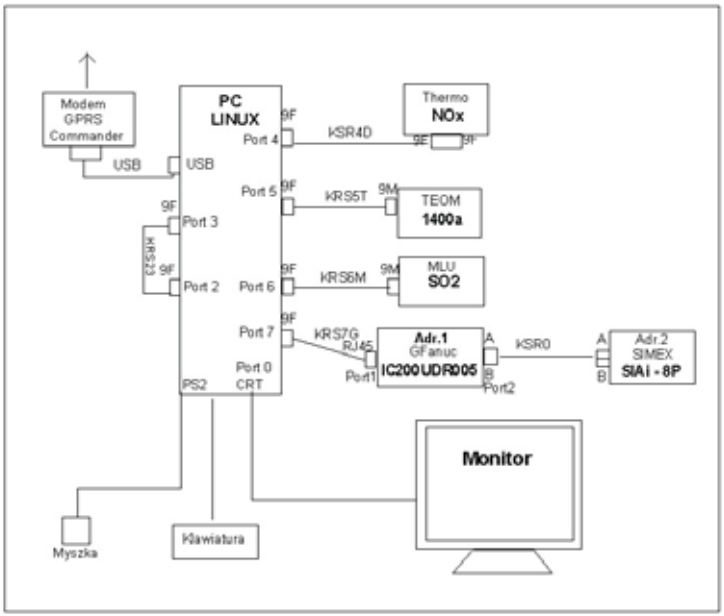
Również w roku 2005 zmieniono system zbierania danych i komunikacji stacji lokalnych ze stacją centralną. W wyniku wymiany systemu operacyjnego DOS na system LINUX uzyskano możliwość podłączenia analizatorów do jednostki zbierającej dane przez łącze RS wraz ze śledzeniem wszystkich parametrów roboczych analizatora on-line.

Dane przesyłane są za pomocą modemu GPRS w czasie rzeczywistym w dowolnej wielkości (obecnie do 100MB).

Organizacja pracy w sieci ARMAAG i wykonywana z najwyższą starannością obsługa stacji pomiarowych daje możliwość zminimalizowania skutków awarii. Ilość i częstość występowania awarii zależna była od wielu czynników, w tym również 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.



Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia stacji pomiarowych sieci ARMAAG



Ryc. 2. Schemat komunikacji elementów systemu pomiarowego ze stacją centralną

Tabela 1. Dyspozycyjność [%] analizatorów w stacjach AM1 do AM10 w roku 2005

Lp.	Substancja mierzona	Analizator	Ilość	Dyspozycyjność	
			szt	średnia	najniższa
1.	Tlenek węgla	Thermo 48C	6	97,7	29,0
2.	Dwutlenek węgla	Thermo 48C	2	100,0	
3.	Tlenki azotu	Thermo 42C	9	98,2	71,0
		Thermo 17C	1	99,0	90,3
4.	Amoniak	Thermo 17C	1	99,0	90,3
5.	Ozon	Thermo 49C	4	99,0	93,5
6.	PM10	Eberline	8	98,8	87,1
		TEOM	2	97,0	70,0
7.	Dwutlenek siarki	MLU 9501	1	91,0	58,1
		Thermo 43C	8	99,0	90,0
8.	BTX	Chrompack GP803	1	99,0	90,3

W przypadku mierników meteorologicznych dyspozycyjność przedstawiała się następująco:

Tabela 2. Dyspozycyjność [%] mierników meteorologicznych sieci ARMAAG w roku 2005

Stacja	Mierniki wiatru			Miernik temp. i wilgotności			Miernik	
	kierunek wiatru	prędkość wiatru	producent	temperatura	wilgotność	producent	ciśnienia	producent
AM1	25,0	25,0	brak	92,3	-	Kroneis	-	Kroneis
AM2	88,5	81,8	Kroneis	98,3	-	Kroneis	-	Kroneis
AM3	-	-	Kroneis	96,7	-	Kroneis	96,6	Kroneis
AM4	93,6	93,6	Kroneis	75,3	75,3	Kroneis	70,9	Kroneis
AM5	93,7	93,7	Kroneis	96,3	96,3	Kroneis	64,8	Kroneis
AM6	99,4	99,4	Kroneis	93,8	93,8	Thies	99,4	Kroneis
AM7	96,3	96,3	Kroneis	99,4	99,4	Kroneis	96,3	Kroneis
AM8	97,2	97,2	Kroneis	97,2	97,2	Thies	97,2	Kroneis
AM9	99,8	98,2	Kroneis	99,8	99,7	Thies	98,2	Kroneis
AM10	91,3	91,3	Kroneis	100,0	99,8	Kroneis	100,0	Kroneis
średnia dyspozycyjność								
firma Kroneis	94,98	93,94		91,8	98,0		90,4	
firma Thies				98,0	98,0			

Dyspozycyjność analizatorów i mierników meteorologicznych wynika wprost z ilości i zakresu występujących awarii. W tabeli 3 przedstawiono charakterystyczne parametry pracy sieci ARMAAG w ostatnich czterech latach.

Tabela 3. Parametry pracy sieci ARMAAG w 2005 roku

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

[1] Bez czujników meteorologicznych

2. PRACA FUNDACJI ARMAAG W ROKU 2005

Utrzymanie wysokiej dyspozycyjności sieci możliwe było dzięki wysokim kwalifikacjom personelu technicznego oraz zapewnieniu szybkiego dostępu do części zamiennych i konsekwentnej realizacji planu zapewnienia jakości.

Plan zapewnienia jakości w roku 2005 przewidywał:

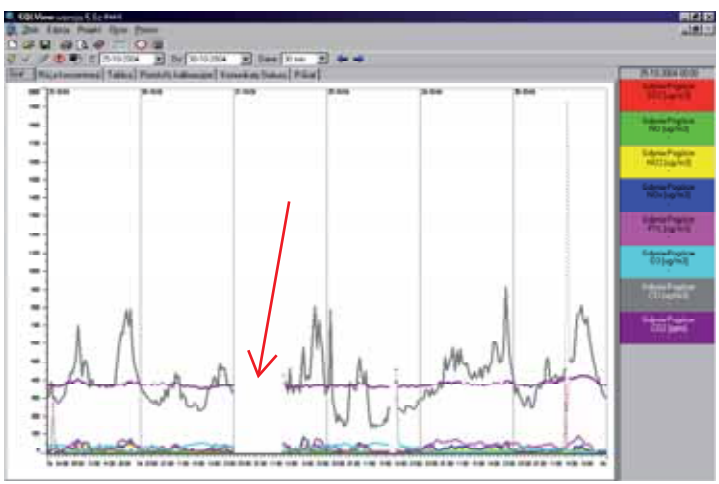
- codzienną , bieżącą weryfikację wyników w stacji centralnej,
- wizytacje prewencyjne w stacjach lokalnych,
- audyt analizatorów ozonu przed i po sezonie,
- kalibracje automatyczne zero i spanu,
- kalibracje wielopunktowe po naprawie analizatora,
- kalibrację sprawdzającą,
- przegląd i konserwację wszystkich elementów pomiarowych i wyposażenia,
- szkolenie operatorów,
- wdrażanie procedur systemu zarządzania ISO 17025.

W roku 2005 wykonane zostały wszystkie zaplanowane działania w zakresie zapewnienia jakości wyników.

Dane pomiarowe poddawane są codziennej weryfikacji według następującego schematu:

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

Krok 1 - kontrola połączeń

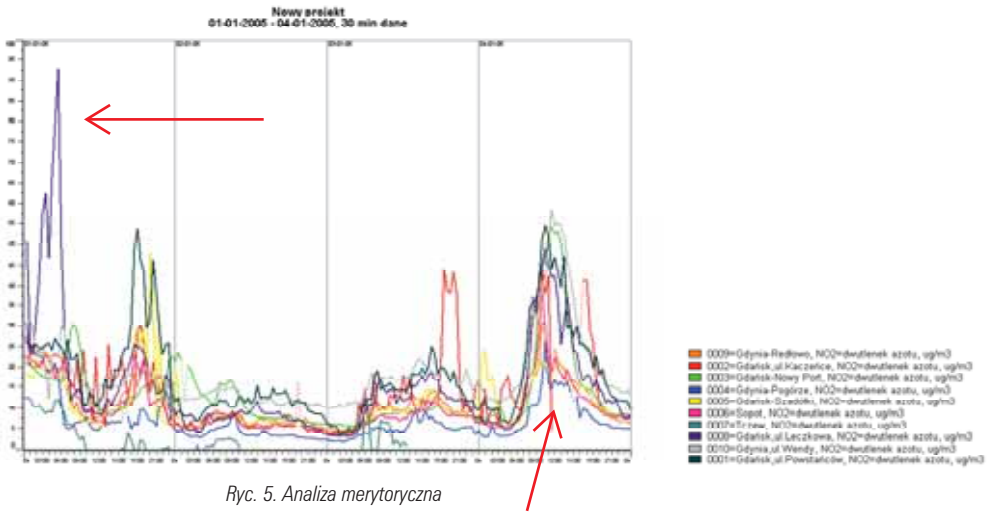


Ryc. 3. Analiza stanu połączeń

Krok 2 - sprawdzenie ilości danych

Ryc. 4. Analiza ilości danych

Krok 3 - sprawdzenie poprawności wyników



Ryc. 5. Analiza merytoryczna

Wyniki bieżącej weryfikacji zapisywane są w dzienniku zdarzeń i przekazywane kierownictwu technicznemu.

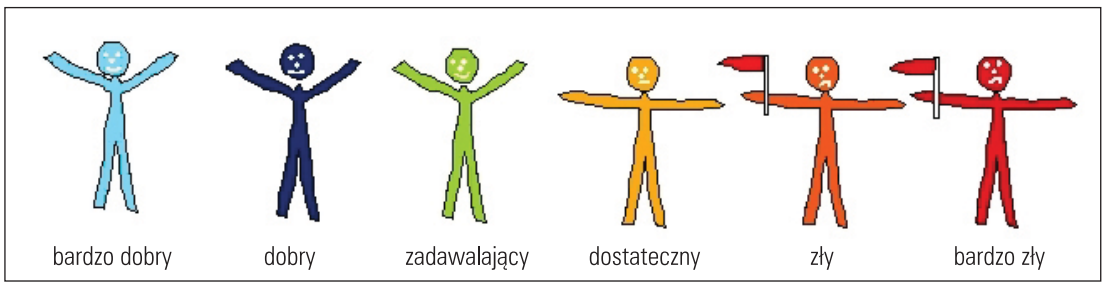
2.2. Część informacyjna

Upowszechnianie informacji o jakości powietrza jest istotnym elementem działalności wszystkich sieci monitoringu. Europejska Agencja Ochrony Środowiska organizuje spotkania robocze umożliwiające wymianę doświadczeń w zakresie technik pomiarowych, sposobów informowania społeczeństwa o jakości powietrza. Rezultaty tych spotkań jednoznacznie wskazują, że wyniki pomiarów muszą być podawane w sposób przystępny i odpowiednio skomentowane.

W Fundacji ARMAAG w roku 2005 w ramach zadania informacja o jakości powietrza w aglomeracji i Tczewie wykonano szereg prac związanych z uzyskaniem tzw. indeksu powietrza i prognozowaniem. Podstawą prac było wdrożenie systemu prognoz opartego o bazę emisji i prognozy meteorologiczne pozyskiwane z Instytutu Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Podstawowym nośnikiem informacji o jakości powietrza jest strona internetowa Fundacji www.armaag.gda.pl, na której w roku 2005 rozpoczęto umieszczanie indeksu jakości powietrza w postaci znaku graficznego o odpowiedniej do skali uciążliwości kolorystyce oraz charakterystyczne dla dnia pomiarowego wielkości stężeń. Indeks jakości powietrza pokazuje stan powietrza obejmujący wspólne oddziaływanie wszystkich mierzonych zanieczyszczeń.

Kolor znaku graficznego nazwanego „atmoludkiem" określany jest na podstawie relacji zmierzonych stężeń substancji do norm dopuszczalnych.



Ryc.6. Atmoludek – informacja o jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej i Tczewie

Kolor niebieski i ciemnoniebieski	informuje: jest bardzo dobrze, możesz korzystać ze „świeżego" powietrza bez ograniczeń;
Kolor zielony	informuje: osoby wrażliwe (dzieci, osoby starsze) powinny ograniczyć aktywność ruchową w pobliżu ruchliwych szlaków komunikacyjnych;
Kolor żółty	radzi: wybieraj na spacer tereny odległe od ulic o dużym natężeniu ruchu i dzielnic mieszkaniowych opalanych węglem;
Kolor pomarańczowy	ostrzega: aktywność ruchowa na wolnym powietrzu wskazana tylko dla osób zdrowych, zostaw samochód w domu;
Kolor czerwony	alarmuje: jeżeli masz kłopoty ze zdrowiem pozostań w domu, skontaktuj się ze swoim lekarzem, zamknij okna. Jeżeli jesteś zdrowy zostaw samochód w domu, skorzystaj z transportu publicznego lub roweru.

2.3. Inne prace statutowe

W ramach wymiany informacji oraz prowadzenia edukacji w zakresie ochrony powietrza atmosferycznego, pracownicy Fundacji brali udział w szkoleniach studentów i młodzieży gimnazjalnej, prezentowali pracę sieci i sposoby informowania społeczeństwa na otwartych spotkaniach i panelach dyskusyjnych w Sopocie, Polskim Klubie Ekologicznym oraz innych forach dyskusyjnych organizowanych przez WIOŚ lub pokrewne instytucje. Tematy i miejsca istotnych prezentacji w roku 2005 przedstawiono poniżej:

1. Organizacja regionalnego monitoringu atmosfery w Aglomeracji Gdańskiej i doświadczenia w jego prowadzeniu. Warszawa 10 stycznia 2005- Politechnika Warszawska
2. Wszyscy musimy oddychać. Spotkanie informacyjne Gdańsk 14 stycznia 2005 - Centrum Edukacji Ekologicznej
3. Zrównoważony rozwój -wykorzystanie szansy na lepsze życie mieszkańców Gdańska. Gdańsk czerwiec 2005- EC II
4. Zrównoważony rozwój -wykorzystanie szansy na lepsze życie mieszkańców Gdyni. Gdynia 2006- EC III
5. Czyste powietrze warunkiem aktywnego życia. Spotkanie informacyjne Gdańsk 10 października 2005 Centrum Edukacji Ekologicznej
6. Co wiemy o monitoringu zanieczyszczeń powietrza? Gdańsk, październik 2005 –Polski Klub Ekologiczny

W roku 2005 w Fundacji ARMAAG powstała praca Any Cristiny Mirandy i Teresy Santos pt: „Air Quality Monitoring Comparison between Porto and Gdynia (2004)". Praca ta została wykonana jako praca dyplomowa w ramach stypendium z programu Socrates/Erasmus realizowanego przez Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej i Instituto Superior de Engenharia do Porto. Po stronie polskiej promotorem był profesor PG dr inż.hab. Waldemar Wardencki .

"Air Quality Monitoring Comparison between Porto and Gdynia (2004)"

A Thesis submitted to:

Gdansk University of Technology
(Chemical Department)
and
Instituto Superior de Engenharia do Porto
(Chemical Engineering Department)

through Socrates/Erasmus Program

June 2005

By

Ana Cristina Miranda (BA, Instituto de Engenharia do Porto, June 2003)

and

Teresa Santos (BA, Instituto de Engenharia do Porto, July 2003)

Supervised by

prof.nadzw.PG.dr hab.inż. Waldemar Wardencki

and with cooperation of

ARMAAG

Opracowanie zawiera między innymi porównanie funkcjonowania sieci ARMAAG (na przykładzie stacji zlokalizowanych w Gdyni) i działającej w Porto, a także odnosi się do indeksu jakości powietrza prezentowanego w Portugalii oraz w sieci ARMAAG.

2.4. Praca Zarządu

Działalność Fundacji podlega nadzorowi merytorycznemu Ministra Środowiska.
Nadzór nad wykonywaniem zadań zgodnie z zatwierdzonym harmonogramem wykonywał zarząd Fundacji w składzie:

Danuta Zgoda	Prezes Zarządu
Ewa Łuczak	V-ce prezes Zarządu
Janusz Błaszczak	Członek Zarządu
Piotr Stepnowski	Członek Zarządu

Oprócz nadzoru ogólnego Zarząd oceniał na bieżąco postępy we wprowadzaniu procedur systemu zarządzania (jakością) , prawidłowość postępowań w zakresie zamówień publicznych, przekazywał sugestie dotyczące organizacji pracy, opiniował wykonane analizy i raporty, rozpatrywał zakres i potrzebę wykonania zadań poza harmonogramem.
W maju 2005 Zarząd Fundacji w odpowiedzi na prośbę GIOŚ zaopiniował proponowane wielkości stężeń dopuszczalnych dla pyłu PM 2,5. Po analizie pomiarów pyłu PM10 w sieci ARMAAG zaproponował wartości:

- średnioroczne 25 $\mu g/m^3$
- średniodobowe 35 $\mu g/m^3$

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.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Pomiary stężeń dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, ozonu, tlenku i dwutlenku węgla wykonywano metodami referencyjnymi, zapisanymi w Rozporządzeniu MŚ w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu. Pył PM10 oznaczano metodą radiometryczną i grawimetryczną, zaś oznaczenia benzenu i innych węglowodorów aromatycznych wykonywano techniką chromatografii gazowej poprzez automatyczny pobór prób. Ilość ważnych danych była zgodna z wymaganiami dla pomiarów ciągłych przedstawionymi w rozporządzeniu MŚ z czerwca 2002.
Wyniki pomiarów zagregowano zgodnie z obowiązującymi od lipca 2002 roku czasami uśredniania i utworzono zbiory danych:

- 1-godzinnych,
- 8-godzinnych kroczących,
- 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

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

Tabela 4. Ilość danych dla sezonu letniego 2005 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	SO_2	NO	NO_2	NO_x	Ozon	CO_2	CO	Pył PM10
AM1	92,0	99,0	99,0	99,0				99,8
AM2	96,6	96,6	96,6	96,6				85,7
AM3	99,5	99,3	99,3	99,3		99,5	100,0	100,0
AM4	99,6	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	84,1	99,4
AM5	91,0	88,8	88,8	88,8	91,2		90,9	91,2
AM6	99,4	97,2	97,2	97,2			99,5	99,5
AM7	99,3	99,7	99,6	99,6			98,8	99,9
AM8	95,8	96,2	96,2	96,2	96,2		93,7	95,7
AM9	99,6	99,6	99,6	99,6	99,7			99,2
AM10		99,9	99,9	99,9*				99,9

Tabela 5. Ilość danych dla sezonu grzewczego 2005 w zwalidowanej serii rocznej

Stacja	SO2	NO	NO_2	NO_x	Ozon	CO_2	CO	Pył PM10
AM1	99,6	99,6	99,6	99,6				99,9
AM2	99,7	99,7	99,7	99,7				99,8
AM3	99,6	99,6	99,6	99,6		75,2	99,6	99,4
AM4	99,8	99,8	99,8	99,8	99,5	99,9	99,9	99,9
AM5	96,0	96,0	96,0	96,0	96,2		96,0	96,1
AM6	99,5	94,2	94,2	94,2			99,4	98,2
AM7	99,7	90,0	90,0	90,0			99,8	98,9
AM8	97,6	97,7	97,7	97,7	97,5		92,2	95,4
AM9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0			100,0
AM10		94,5	94,5	94,5*				100,0

** dane dotyczą amoniaku*

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.

3.1. Dwutlenek siarki

Pomiar dwutlenku siarki wykonywany był we wszystkich stacjach, z wyjątkiem stacji AM10. W ośmiu stacjach pomiar wykonywany był przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 43C, na stacji w Gdańsku Śródmieściu przyrządem firmy API. Wzorcowania analizatorów wykonywane były zgodnie z procedurą zapewnienia jakości przy użyciu gazów wzorcowych.
Przebieg kalibracji rejestrowany był na stacji pomiarowej i zapisywany w stacji centralnej.
Ilość ważnych danych pozyskanych z analizatorów dwutlenku siarki w roku 2005 przedstawia się następująco:

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Tabela 6. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	95,8	99,6	92,0	1,08
AM2 - Gdańsk Stogi	98,1	99,7	96,6	1,03
AM3 - Gdańsk Nowy Port	99,6	99,6	99,5	1,00
AM4 - Gdynia Pogórze	99,7	99,8	99,6	1,00
AM5 - Gdańsk Szadółki	93,5	96,0	91,0	1,06
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	99,5	99,5	99,4	1,00
AM7 - Tczew ul. Targowa	99,5	99,7	99,3	1,00
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	96,7	97,6	95,8	1,02
AM9 - Gdynia Redłowo	99,8	99,9	99,6	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Dla wszystkich analizatorów uzyskano wymaganą ilość ważnych danych.

Dla dwutlenku siarki dopuszczalny poziom stężeń średniorocznych określono ze względu na ochronę roślin.

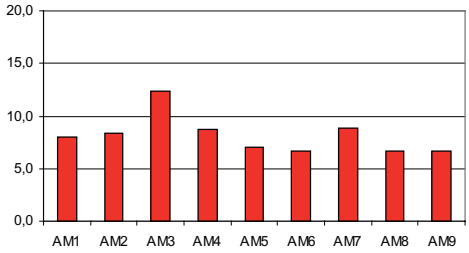
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 7 i na rycinach 7,8,9.

W poszczególnych stacjach w roku 2005 średnioroczne i średniookresowe stężenia dwutlenku siarki przedstawiały się następująco:

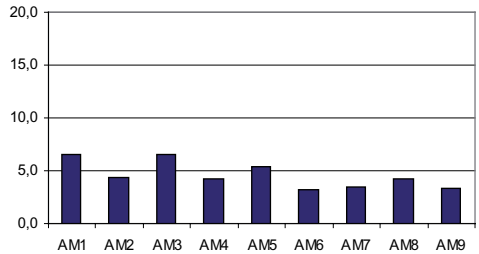
Tabela 7. Stężenia średniookresowe i średnioroczne SO2

Stacja	Stężenia [µg/m^3]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	8,0	6,5	7,3
AM2 - Gdańsk Stogi	8,3	4,4	6,4
AM3 - Gdańsk Nowy Port	12,3	6,6	9,4
AM4 - Gdynia Pogórze	8,7	4,2	6,5
AM5 - Gdańsk Szadółki	7,0	5,4	6,2
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	6,6	3,2	4,9
AM7 - Tczew ul. Targowa	8,8	3,5	6,2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	6,7	4,2	5,5
AM9 - Gdynia Redłowo	6,7	3,3	5,0
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [µg/m^3]	20[1]		

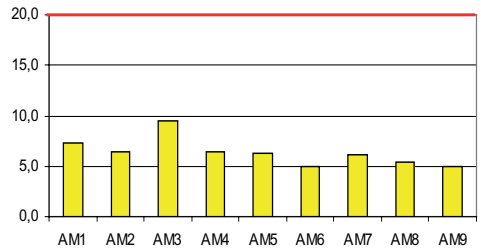
[1] *Ze względu na ochronę roślin*



Ryc. 7. Stężenia SO_2 w sezonie grzewczym [µg/m³]



Ryc. 8. Stężenia SO_2 w sezonie letnim [µg/m³]



Ryc. 9. Stężenia SO_2 średnioroczne [µg/m³]

Średnioroczne stężenia dwutlenku siarki we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnej i wynosiły od 25% (AM6 i AM9) do 47% (AM3) poziomu dopuszczalnego.

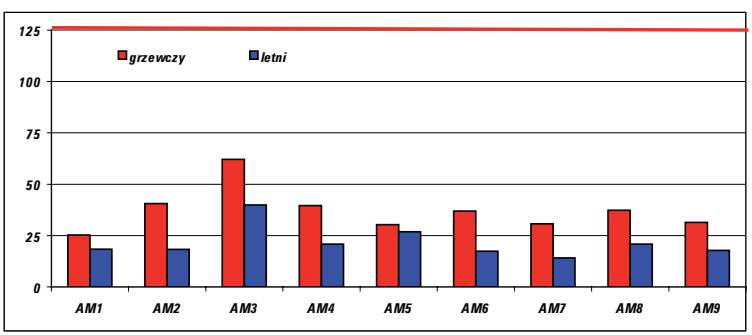
Dopuszczalne poziomy stężeń dwutlenku siarki dobowe i chwilowe normowane są ze względu na ochronę zdrowia

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

Tabela 8. Maksymalne stężenia SO_2 średniodobowe [$\mu g/m^3$]

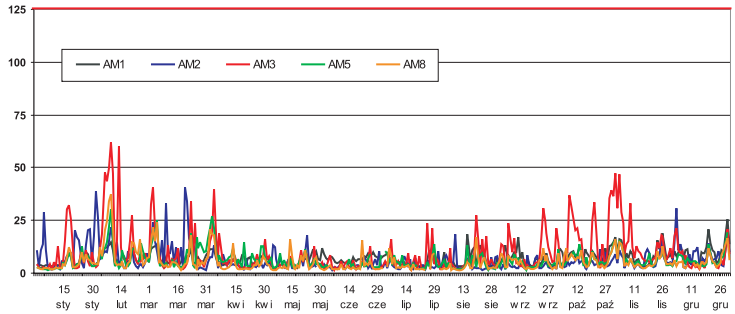
Stacja	Maksymalne stężenia średniodobowe [$\mu g/m^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	25,3	18,4
AM2 - Gdańsk Stogi	40,6	30,8
AM3 - Gdańsk Nowy Port	62,1	39,9
AM4 - Gdynia Pogórze	39,6	17,5
AM5 - Gdańsk Szadółki	30,3	26,9
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	36,9	17,4
AM7 - Tczew ul. Targowa	30,7	14,1
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	37,3	20,8
AM9 - Gdynia Redłowo	31,4	17,8
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [μg/m3]	obszar	uzdrowisko
	125	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	3	

W roku 2005 nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 24h (średniodobowych)** dwutlenku siarki. Maksymalne stężenie średniodobowe zanotowano (podobnie jak w latach 2003 i 2004) w okresie grzewczym w stacji nr 3 w Gdańsku Nowym Porcie w dniu 9 lutego 2005 r. Wyniosło ono **62,1 $\mu g/m^3$**, tj. 49,7% normy dopuszczalnej. W Sopocie, który ma status uzdrowiska, maksymalna wartość stężenia średniodobowego osiągnęła 29,5% normy, tj. **36,9 $\mu g/m^3$** w dniu 9 lutego, przy temperaturze powietrza minus 4,8°C i wietrze o sile 1,9 m/s. Maksymalne wartości stężeń średniodobowych w porównaniu z sezonem letnim były wyższe w sezonie grzewczym około dwukrotnie (stacje AM4, AM6, AM7).

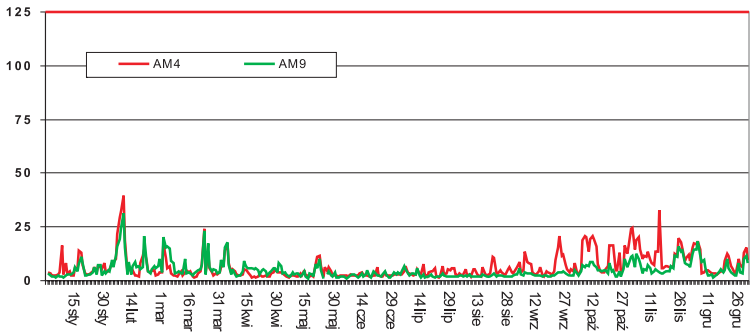


Ryc. 10. SO_2 - maksymalne stężenia średniodobowe

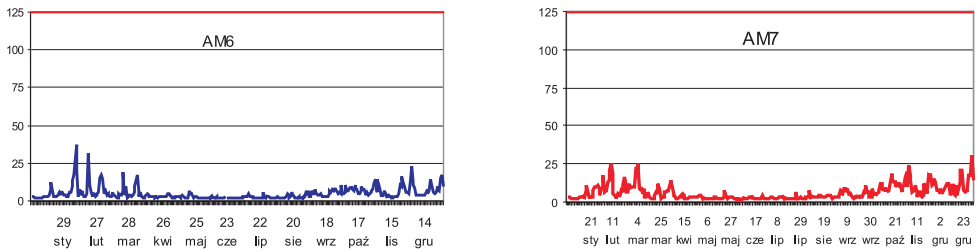
Na rycinach 11,12,13 przedstawiono uśrednione 24-godzinne przebiegi stężeń, obrazujące sezonowość występowania stężeń w poszczególnych miastach. Najwyższe przeciętne poziomy występowały w okresie grzewczym w Nowym Porcie.



Ryc. 11. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdańsku w roku 2005



Ryc. 12. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdyni w roku 2005

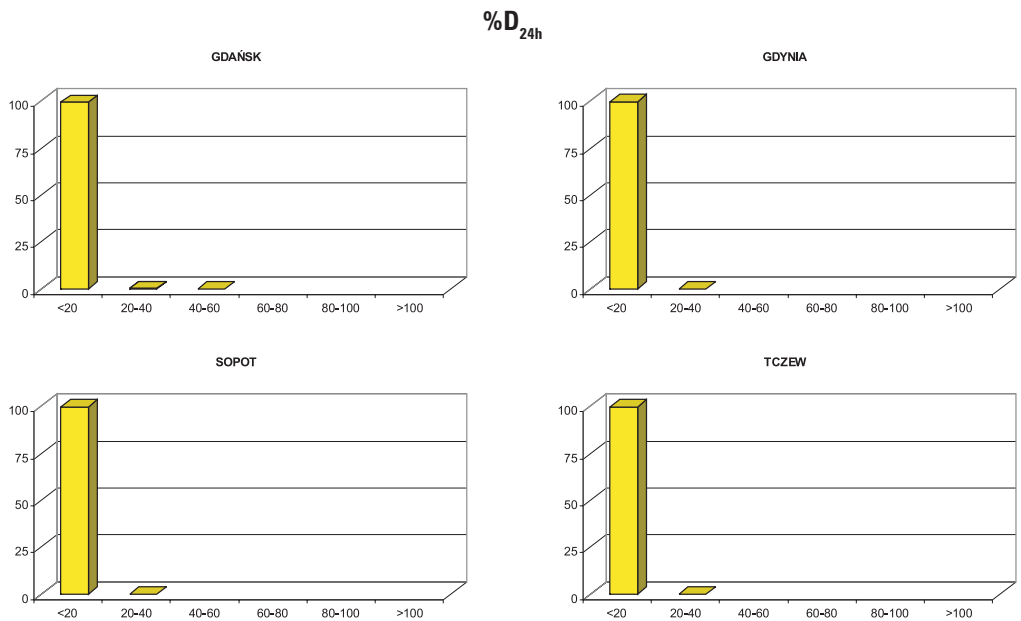


Ryc. 13. Średniodobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Sopocie i Tczewie w roku 2005

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Oprócz bezwzględnych wartości, ważne dla oceny jakości powietrza są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Na rycinie 14 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 [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	98,3	99,5	99,2	99,7
20-40	1,6	0,5	0,8	0,3
40-60	0,1	0,0	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. 14. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń SO_2 w określonych przedziałach stężeń

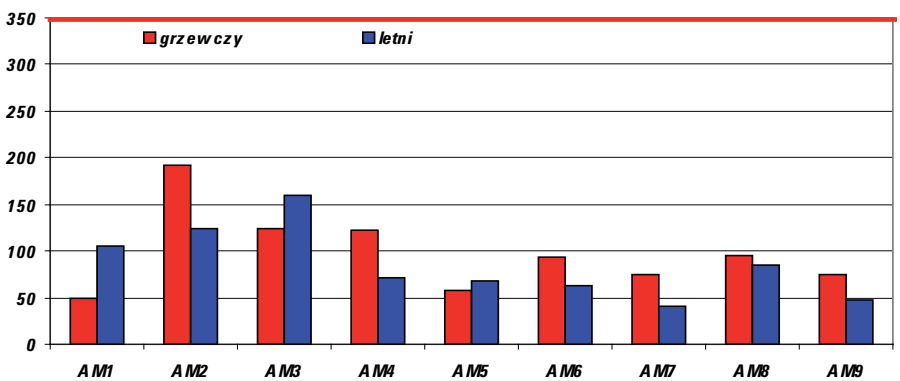
W 2005 roku we wszystkich czterech miastach wartości stężeń dobowych mieściły się w przedziale do 40% normy, przy czym prawie 99% wyników mieści się w zakresie do 20% wartości dopuszczalnych.

W Sopocie 99,2% danych to wartości w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej (dla uzdrowisk =125 $\mu g/m^3$) i 0,8% w przedziale 21-40%. W roku 2005 nie odnotowano przekroczeń wartości stężeń 1h (chwilowych).

Maksymalne stężenie dwutlenku siarki S1h = 191,8 $\mu g/m^3$ zmierzono w stacji nr 2 w Gdańsku Stogach w dniu 20 marca o godzinie 8; temperatura powietrza wynosiła minus 2,4°C, a wiatr o sile 3,1 m/s wiał z kierunku WNW. Wysokie stężenia dwutlenku siarki notowane były również w stacjach AM3 i AM4.

Tabela 9. Maksymalne stężenia SO_2 1-godzinne [µg/m3]

Stacja	Maksymalne stężenia 1h µg/m^3	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	49,9	105,2
AM2 - Gdańsk Stogi	191,8	124,0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	124,1	159,6
AM4 - Gdynia Pogórze	122,2	72,2
AM5 - Gdańsk Szadółki	58,6	67,9
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	93,9	63,6
AM7 - Tczew ul. Targowa	75,4	40,9
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	95,3	85,1
AM9 - Gdynia Redłowo	75,3	47,6
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [µg/m3]	obszar	uzdrowisko
	350	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	24	



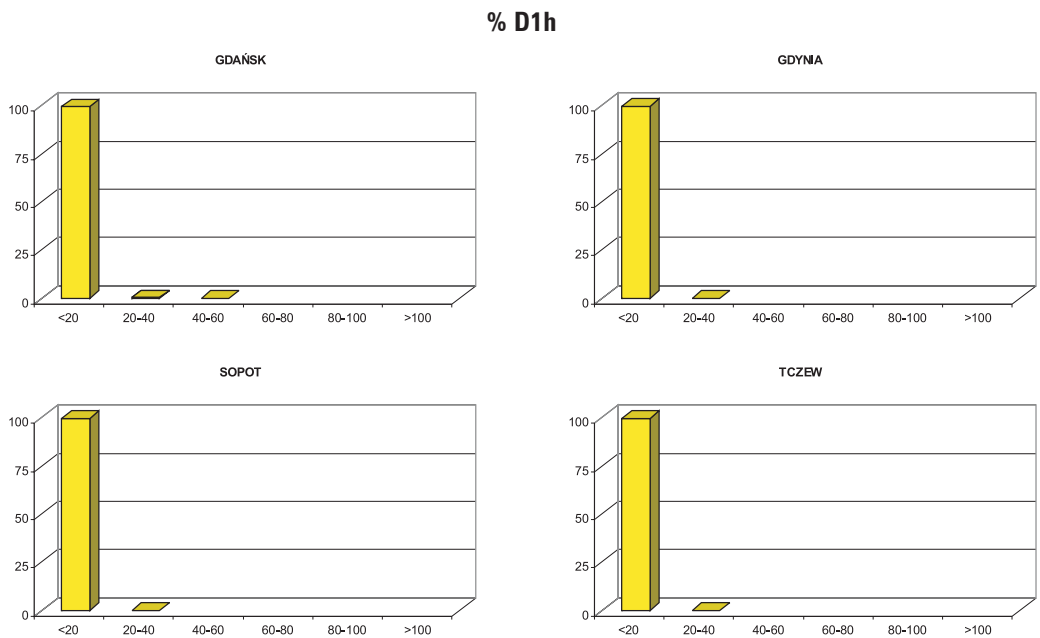
Ryc. 15. Maksymalne wartości stężeń SO_2 chwilowych [µg/m^3]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Maksymalne wartości stężeń wahały się od 54,81% w stacji nr 2 w okresie grzewczym do 14,3% w stacji nr 1. W sezonie letnim przedział wartości stężeń wynosił od 11,7% w Tczewie do 45,6% w Gdańsku Nowym Porcie (stacja AM3).

Zagregowane wyniki dla obszarów miast pokazują, że w Gdańsku i Gdyni 99,8% stężeń 1-godzinnych osiąga poziomy do 20% wartości dopuszczalnej, zaś w Sopocie i Tczewie stężenia powyżej 70 $\mu g/m^3$ praktycznie nie występowały.

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	99,7	99,9	100,0	100,0
20-40	0,3	0,1	0,0	0,0
40-60	0,1	0,0	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. 16. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń SO_2 w określonych przedziałach stężeń

3.2. Tlenki azotu

Pomiar tlenków azotu wykonywany był we wszystkich stacjach przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 42C. Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano w 72-godzinnym cyklu kalibracji zera i zadanego stężenia gazu wzorcowego. W dziewięciu stacjach wykonywany jest pomiar tlenku, dwutlenku i tlenków azotu. W stacji nr 10 dwutlenek azotu mierzony jest w reakcji konwersji amoniaku.

Tabela 10. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2005

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	99,3	99,3	99,3	99,6	99,6	99,6	99,0	99,0	99,0	0,99
AM2	98,1	98,1	98,1	99,7	99,7	99,7	96,6	96,6	96,6	0,97
AM3	99,5	99,5	99,5	99,6	99,6	99,6	99,3	99,3	99,3	1,00
AM4	99,5	99,5	99,5	99,8	99,8	99,8	99,2	99,2	99,2	0,99
AM5	92,4	92,4	92,4	96,0	96,0	96,0	88,8	88,8	88,8	0,93
AM6	95,7	95,7	95,7	94,2	94,2	94,2	97,2	97,2	97,2	1,03
AM7	94,9	94,8	94,8	90,0	90,0	90,0	99,7	99,6	99,6	1,11
AM8	96,9	96,9	96,9	97,7	97,7	97,7	96,2	96,2	96,2	0,98
AM9	99,7	99,7	99,7	99,9	99,9	99,9	99,6	99,6	99,6	1,00
AM10	97,2	97,2	97,3*	94,5	94,5	94,5*	99,9	99,9	99,9*	1,06
Minimalny procent ważnych danych[1]	90	90	90	90	90 lub 75	90 lub 75	90	90	90	poniżej 2

** w odniesieniu do amoniaku*

Kompletne obliczenia wykonano dla wszystkich stacji.
Ilość ważnych danych pozwalila na obliczenie wszystkich wielkości statystycznych.

[1] Rozporządzenie MŚ z dnia 7 czerwca 2002

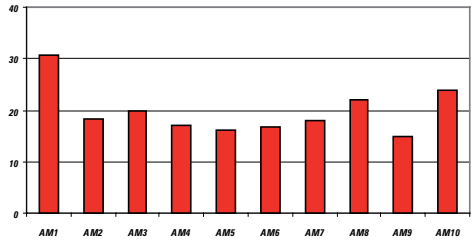
3.2.1. Dwutlenek azotu

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 11 i na rycinach 17,18,19.
W poszczególnych stacjach w roku 2005 średnioroczne i średniookresowe stężenia zanieczyszczeń przedstawiały się następująco:

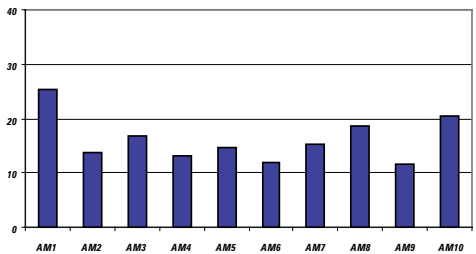
Tabela 11. Stężenia NO_2 średnioroczne i średniookresowe

Stacja	Stężenia [µg/m^3]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	30,1	25,5	28,1
AM2 - Gdańsk Stogi	18,2	13,9	16,1
AM3 - Gdańsk Nowy Port	20,0	16,7	18,4
AM4 - Gdynia Pogórze	17,1	13,2	15,2
AM5 - Gdańsk Szadółki	16,2	14,7	15,5
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	16,7	11,8	14,2
AM7 - Tczew ul. Targowa	17,9	15,3	16,5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	21,9	18,5	20,2
AM9 - Gdynia Redłowo	14,8	11,6	13,2
AM10 - Gdynia Śródmieście	23,8	20,3	22,0
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [μg/m^3]	obszar 40		uzdrowisko 35

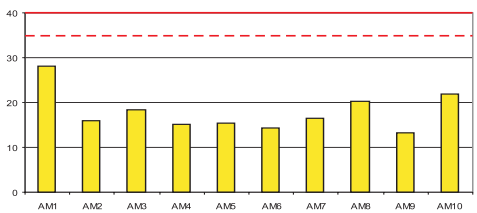
Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 33,0% (AM4) do 70,25% (AM1) poziomu dopuszczalnego. W Sopocie średnioroczna wartość osiągnęła 40,6% stężenia dopuszczalnego.



Ryc.17. Stężenia NO_2 w sezonie grzewczym [µg/m^3]



Ryc.18. Stężenia NO_2 w sezonie letnim [µg/m^3]

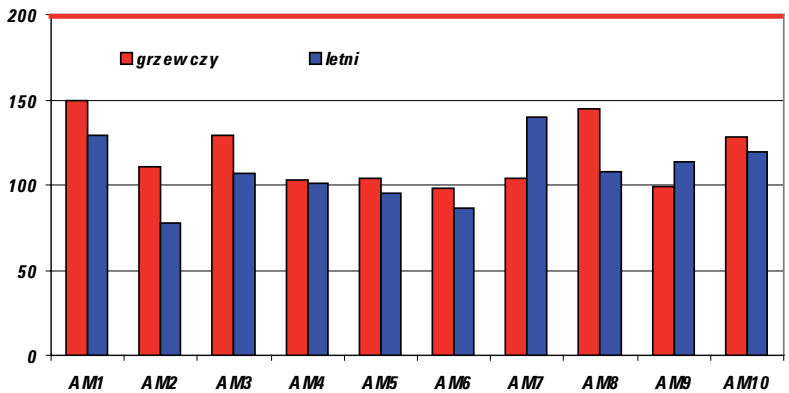


Ryc.19. NO_2 - stężenia średnioroczne [µg/m^3]

W 2005 roku nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 1h** (chwilowych) Maksymalne stężenie dwutlenku azotu **S_{1hmax} = 149,9 µg/m^3** zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu przy ul. Powstańców Warszawskich w dniu 4 marca o godzinie 22. Temperatura wynosiła minus 8,2°C.

Tabela 12. Maksymalne 1-godzinne stężenia NO_2 [µg/m^3]

Stacja	Stężenia chwilowe [µg/m^3]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	149,9	128,9
AM2 - Gdańsk Stogi	111,0	77,5
AM3 - Gdańsk Nowy Port	129,5	106,9
AM4 - Gdynia Pogórze	102,7	100,6
AM5 - Gdańsk Szadółki	103,6	5,5
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	97,7	86,0
AM7 - Tczew ul. Targowa	104,1	139,7
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	145,0	107,4
AM9 - Gdynia Redłowo	99,1	113,5
AM10 - Gdynia Śródmieście	127,9	119,2
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [µg/m^3]	200	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	18	



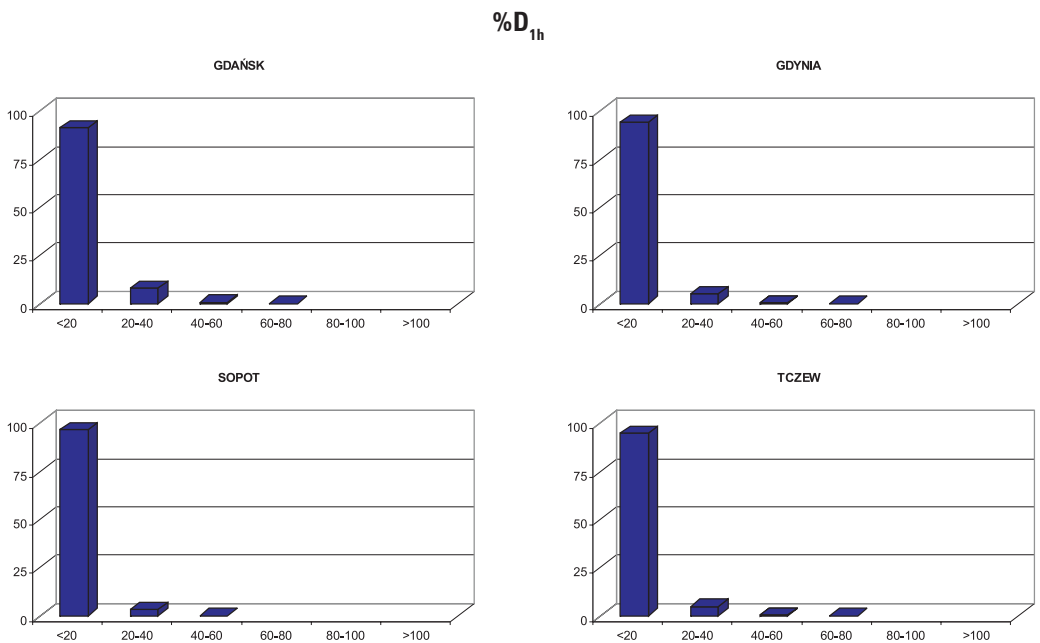
Ryc. 20. Maksymalne wartości stężeń NO_2 1-godzinnych [µg/m^3]

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

Oprócz bezwzględnych wartości, ważne dla oceny jakości powietrza są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Z poniższej tabeli wynika, że ponad 93% zmierzonych stężeń odnotowuje się w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej. W roku 2005 praktycznie nie odnotowano stężeń powyżej 40%

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	91,3	94,5	97,0	96,8
20-40	8,0	5,1	3,0	3,2
40-60	0,7	0,4	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

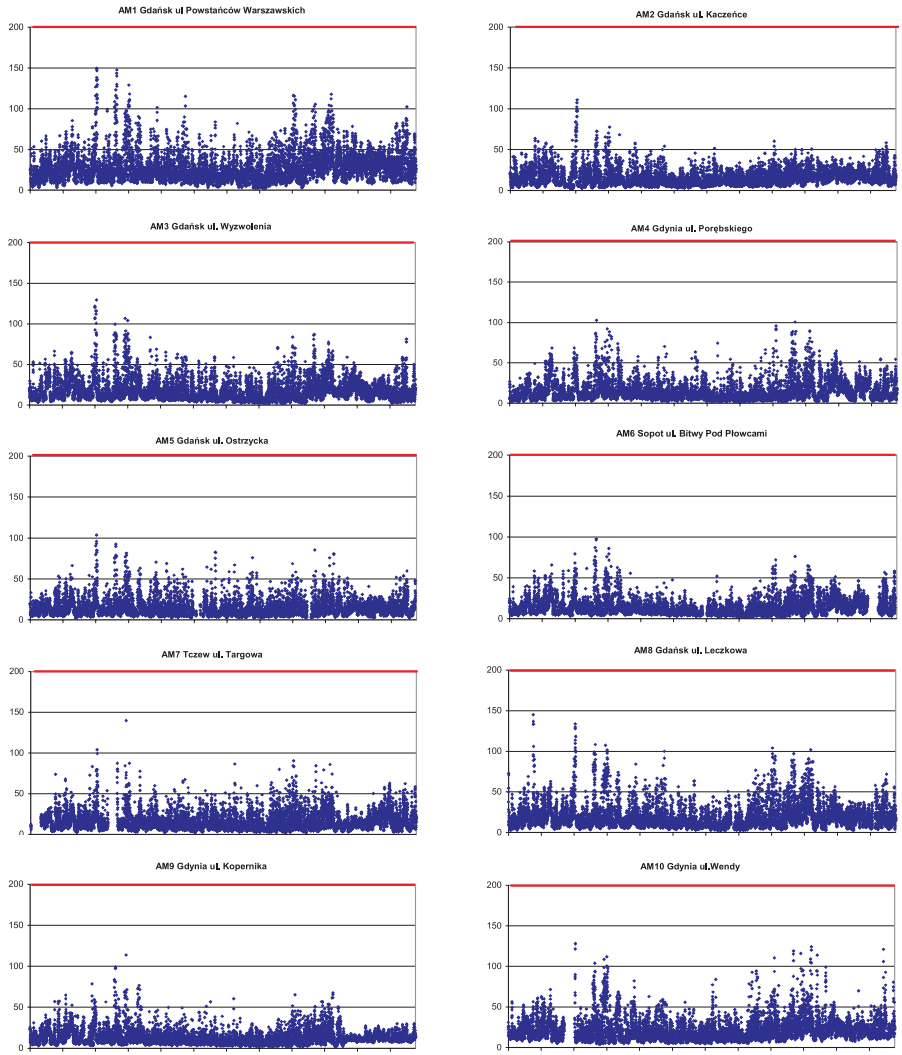
Powyższą analizę przedstawiono graficznie na histogramach.



Ryc. 21. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń NO_2 w określonych przedziałach stężeń

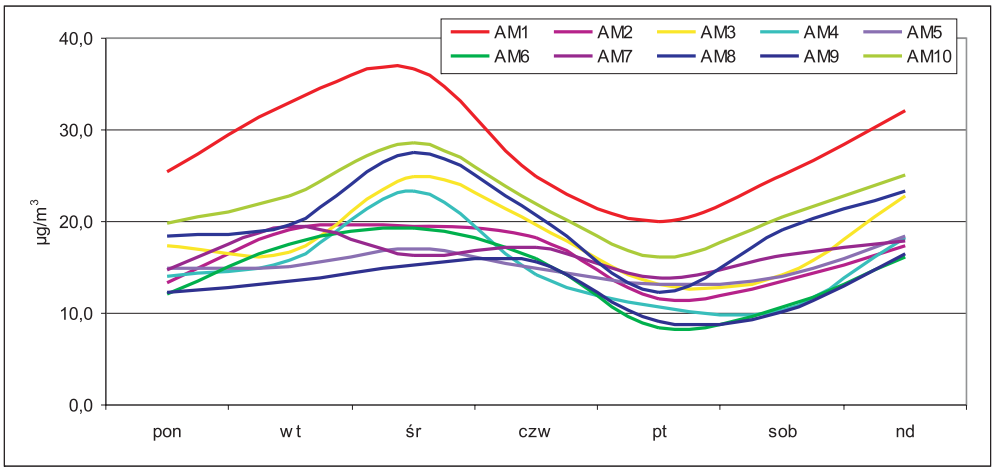
Charakterystykę zmienności stężeń w okresie całego roku na poszczególnych stacjach przedstawiono na rycinie poniżej.

SIEĆ ARMAAG 2005

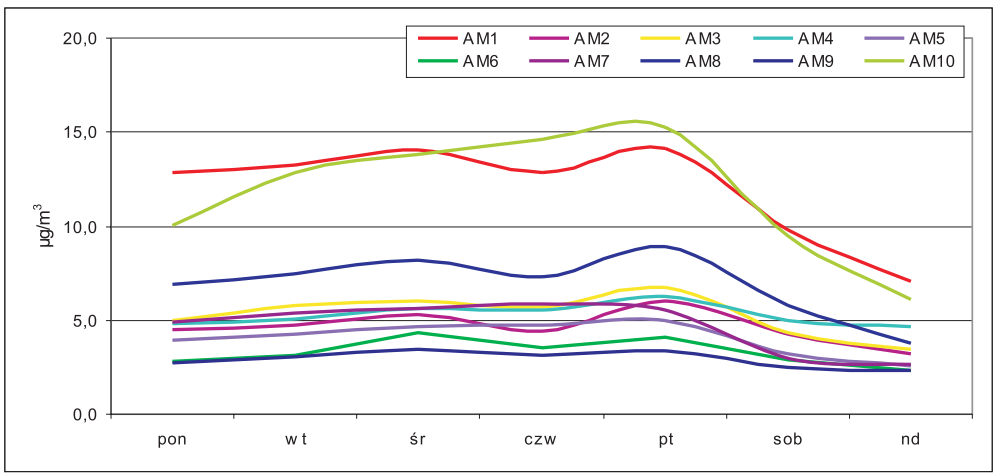


Ryc. 22. NO_2 – przeciętne przebiegi stężeń 1 h

Na rycinie 23 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. Porównanie z przebiegiem stężeń tlenku azotu emitowanego z silników samochodowych sugeruje, że właśnie emisja z komunikacji jest głównym źródłem emisji tlenków azotu. Potwierdza to wyraźny spadek stężeń NO w dniach weekendu (ryc.24).



Ryc.23. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń 24 godzinnych dwutlenku azotu



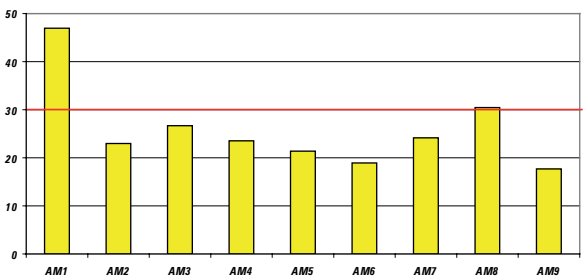
Ryc. 24. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń 24 godzinnych tlenku azotu

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 obliczono dla wszystkich stacji bezpośrednio na podstawie otrzymanych wyników pomiarów, a dla stacji nr 10 stężenia tlenku azotu podawane są jako wynik z przeliczenia pomiaru tlenku i dwutlenku azotu
Wartości stężeń przedstawiono w tabeli 13 i na rycinie 25.

Tabela 13. NO_X - stężenia średnioroczne [µg/m^3]

Stacja	Stężenia średnioroczne [µg/m^3]
AM1 - Gdańsk Śródmieście	47,0
AM2 - Gdańsk Stogi	23,0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	26,7
AM4 - Gdynia Pogórze	23,5
AM5 - Gdańsk Szadółki	21,4
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	18,9
AM7 - Tczew ul. Targowa	24,1
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	30,4
AM9 - Gdynia Redłowo	17,7
AM10 - Gdynia Śródmieście	39,9
Dopuszczalny poziom tlenków azotu w powietrzu [µg/m3]*	30



Ryc. 25. NO_X - stężenia średnioroczne [µg/m^3]

W obu przypadkach - tlenków azotu i dwutlenku azotu - wyraźnie wyższe stężenia wystąpiły w stacjach nr 1 w Gdańsku oraz nr 10 w Gdyni.

3.3. Pył PM10

Pył PM10 uznawany jest za jedno z bardziej istotnych potencjalnych zagrożeń zdrowia związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Drobne cząstki 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 jako metodę referencyjną dla pomiaru pyłu PM10 uznaje się metodę manualną wagową. W Rozporządzeniu[2] jako metodę pozyskiwania informacji o stężeniach PM10 podaje się metodę automatyczną. W roku 2005 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.

Kompletność serii pomiarowych oraz inne kryteria dla obliczania średnich wartości podano w tabeli 14.

Tabela 14. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w roku 2005

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	99,9	99,9	99,8	1,00
AM2 - Gdańsk Stogi	92,8	99,8	85,7	0,86
AM3 - Gdańsk Nowy Port	99,7	99,4	100,0	1,01
AM4 - Gdynia Pogórze	99,7	99,9	99,4	0,99
AM5 - Gdańsk Szadółki	93,7	96,1	91,2	0,95
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	98,8	98,2	99,5	1,01
AM7 - Tczew ul. Targowa	99,4	98,9	99,9	1,01
AM6 - Gdańsk Wrzeszcz	95,6	95,4	95,7	1,00
AM9 - Gdynia Redłowo	99,6	100,0	99,2	0,99
AM10 - Gdynia Śródmiescie	99,9	100,0	99,9	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

[1] Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001. W-wa 2003

[2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2002 w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku w sieciach teleinformatycznych

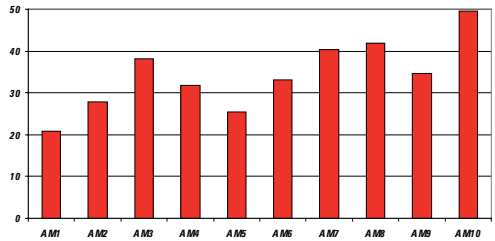
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Poziomy dopuszczalne dla pyłu PM10 określone ze względu na ochronę zdrowia odnoszą się do okresu doby i roku. Wartości chwilowe jednogodzinne można odnosić dla tzw. wartości odniesienia dla celów projektowych.
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych obliczone dla wszystkich okresów (ilość ważnych danych powyżej 50%) przedstawiono w tabeli 15 i na rycinach 26, 27, 28.
W poszczególnych stacjach w roku 2005 średnioroczne i średniookresowe stężenia pyłu PM10 przedstawiały się następująco:

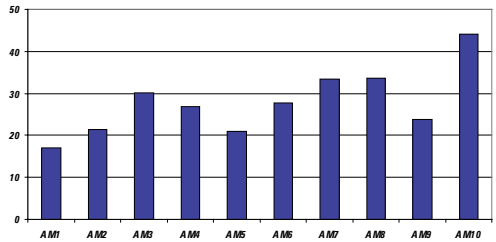
Tabela 15. Pył PM10 - stężenia średniookresowe i średnioroczne

Stacja	Stężenia średniookresowe i średnioroczne [µg/m^3]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	20,9	17,1	19,0
AM2 - Gdańsk Stogi	27,8	21,4	24,8
AM3 - Gdańsk Nowy Port	38,2	30,2	34,2
AM4 - Gdynia Pogórze	31,7	26,9	29,3
AM5 - Gdańsk Szadółki	25,4	21,0	23,2
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	33,0	27,7	30,3
AM7 - Tczew ul. Targowa	40,4	33,4	36,9
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	42,0	33,7	37,8
AM9 - Gdynia Redłowo	34,7	23,9	29,3
AM10 - Gdynia Śródmieście	49,5	44,2	46,9
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [μg/m^3]	40		

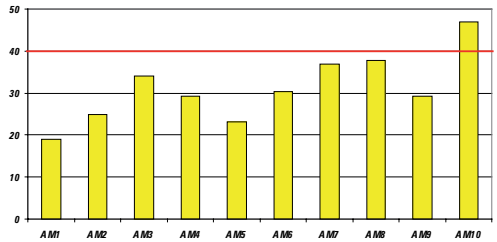
Średnioroczne stężenia pyłu PM10 były przekroczone w stacji AM10 Gdynia Śródmieście osiągając 109% wartości dopuszczalnej. W pozostałych stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 51,8% (AM5) do 87,5% (AM8) poziomu dopuszczalnego.



R yc. 26. Stężenia PM10 w sezonie grzewczym [µg/m3]



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



Ryc. 28. Pył PM10 - stężenia średnioroczne [µg/m3]

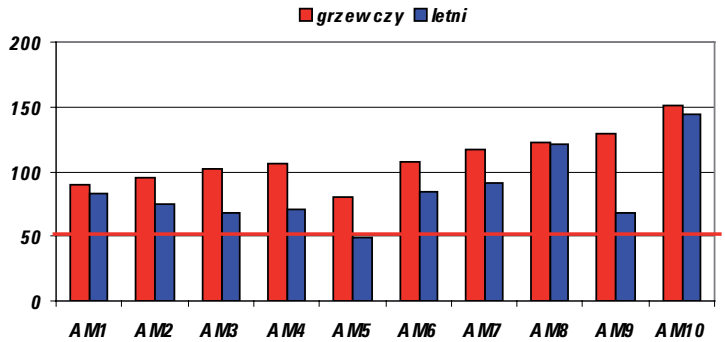
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Normy średniodobowe dla pyłu PM10 w roku 2005 były przekraczane.
Przekroczenia odnotowano we wszystkich stacjach. Ilość dni z przekroczeniami była trzykrotnie wyższa niż dopuszczalna dla aglomeracji i 1,4 raza dla strefy tczewskiej.
Wyniki pomiarów prezentuje tabela 16 oraz rycina 29.
Maksymalne wartości stężeń 24h w sezonie grzewczym były wyższe od dopuszczalnej ponad trzy razy (stacja AM10). W sezonie letnim maksymalne stężenie średniodobowe przekroczyło normę: od 101% (stacja AM6) do 272,6%(AM10).

Tabela 16. Pył PM10 - maksymalne stężenia 24h [µg/m3]

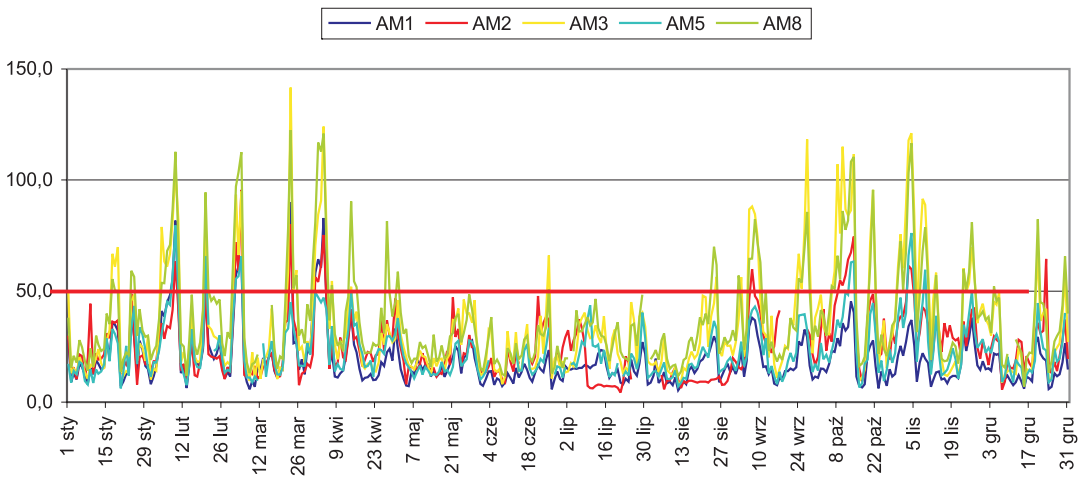
Stacja	Stężenia średniodobowe [$\mu g/m^3$]		ilość przekroczeń
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	90,0	83,0	
AM2 - Gdańsk Stogi	95,6	75,4	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	141,6	124,0	
AM4 - Gdynia Pogórze	106,8	71,3	
AM5 - Gdańsk Szadółki	79,7	49,5	
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	108,0	83,7	
AM7 - Tczew ul. Targowa	117,7	90,9	
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	122,5	121,0	
AM9 - Gdynia Redłowo	129,3	67,8	
AM10 - Gdynia Śródmiescie	151,6	144,2	124
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [$\mu g/m^3$]	50		
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	35		
Ilość dni z przekroczeniami:	sezon grzewczy	sezon letni	
Aglomeracja	80	50	
Tczew	51	23	

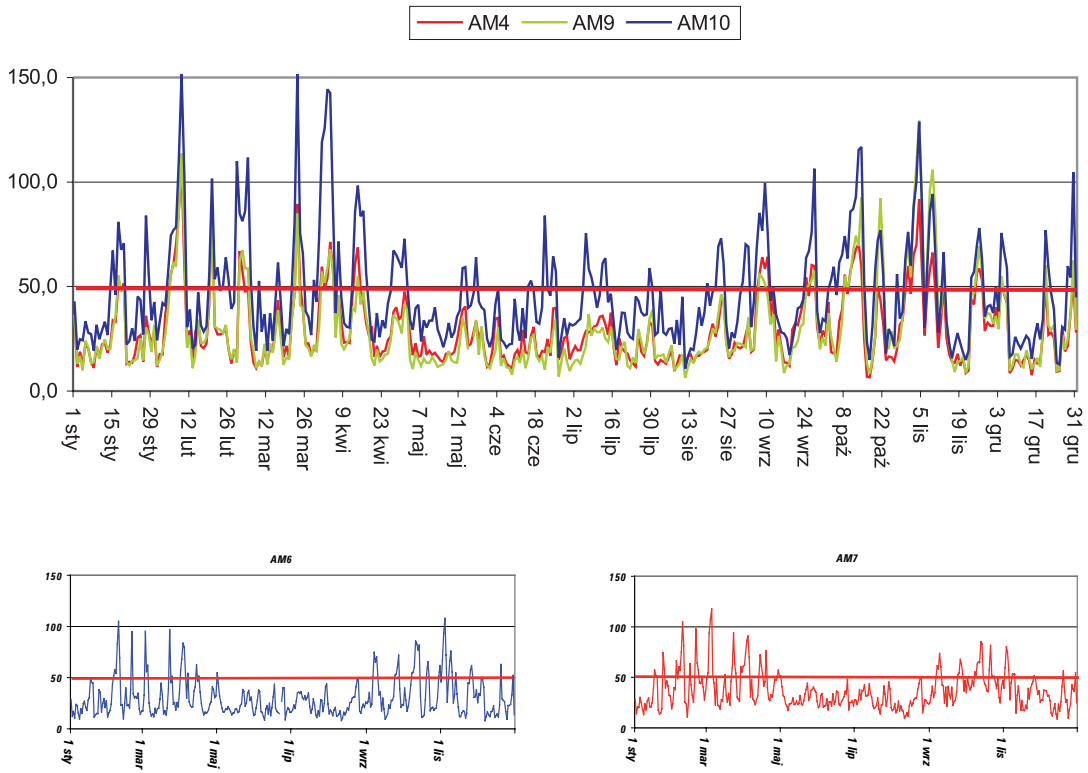
Maksymalne stężenie średniodobowe = 151,6 $\mu g/m^3$ odnotowano dwukrotnie w stacji nr 10 w Gdyni Śródmieściu w dniach: 9 lutego przy temperaturze powietrza minus 4,5°C i prędkości wiatru 1,5 m/s, oraz 23 marca przy temperaturze plus 4,6°C i prędkości wiatru 1,6 m/s.



Ryc. 29. Pył PM10 - maksymalne wartości stężeń 24h [µg/m³]

Uśrednione 24-godzinne przebiegi stężeń pyłu PM10 przedstawiono na rycinie 30.



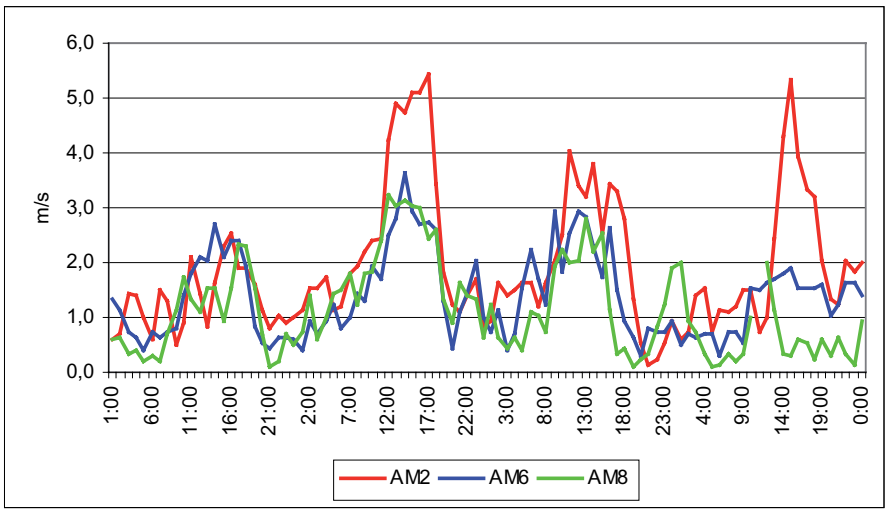


Ryc. 30. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń PM10 w roku 2005 [µg/m³]

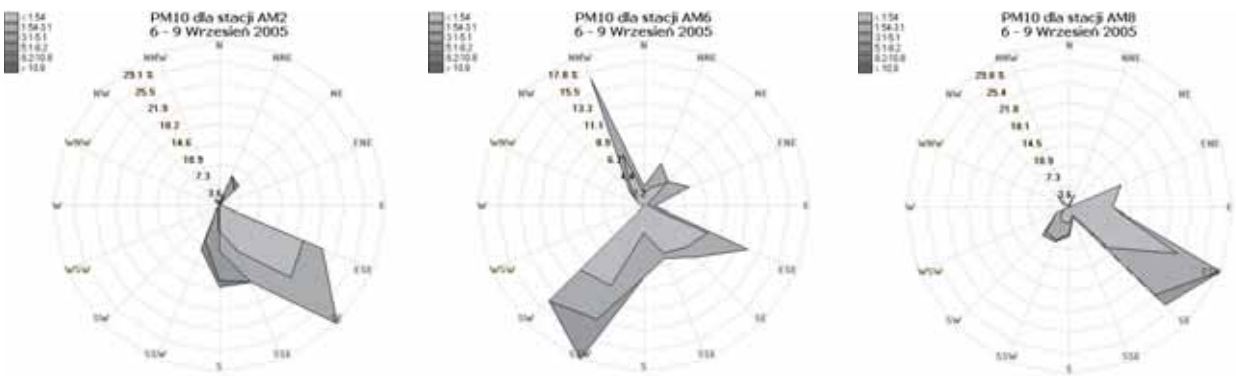
Okresy z dniami poniżej normy dopuszczalnej **= 50 µg/m³** odnotowywano jedynie w miesiącach: maj-lipiec. W sezonie grzewczym od stycznia do marca, a także w listopadzie i grudniu występowały nawet kilkudniowe okresy ze stężeniami średniodobowymi powyżej **= 50 µg/m³.** We wszystkich stacjach stężenia wyraźnie wyższe od dopuszczalnych wystąpiły w styczniu. Związane były z wyjątkowo niskimi temperaturami.

Drugim istotnym czynnikiem występowania wysokich stężeń pyłu były warunki wietrzne. Poddane analizie trzy wybrane okresy we wrześniu i październiku dla stacji AM2, AM6 i AM8 wykazały, że utrzymywaniu się wysokich stężeń pyłu PM10 w Gdańsku i Sopocie sprzyjają wiatry z kierunku SE i jednocześnie duże wahania zmian prędkości.

Okres 6 do 9 września 2005

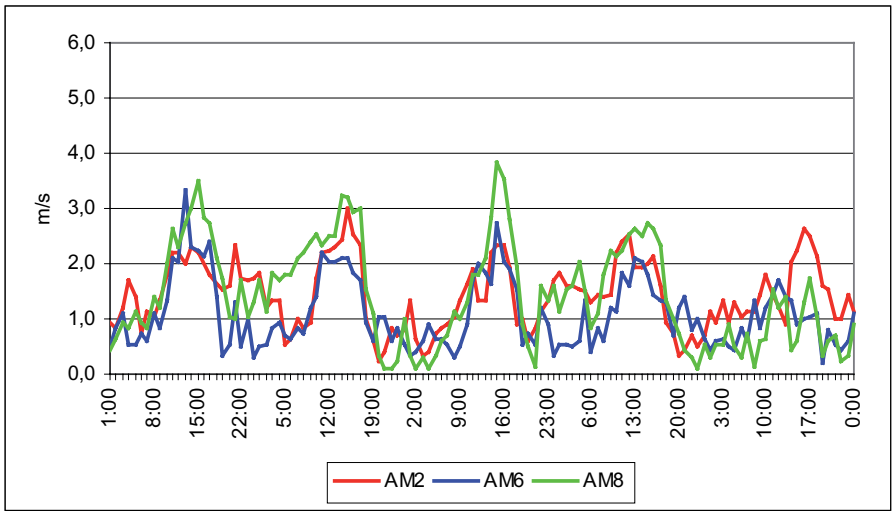


Ryc. 31. Dobowa zmienność prędkości wiatru 6 – 9 września 2005

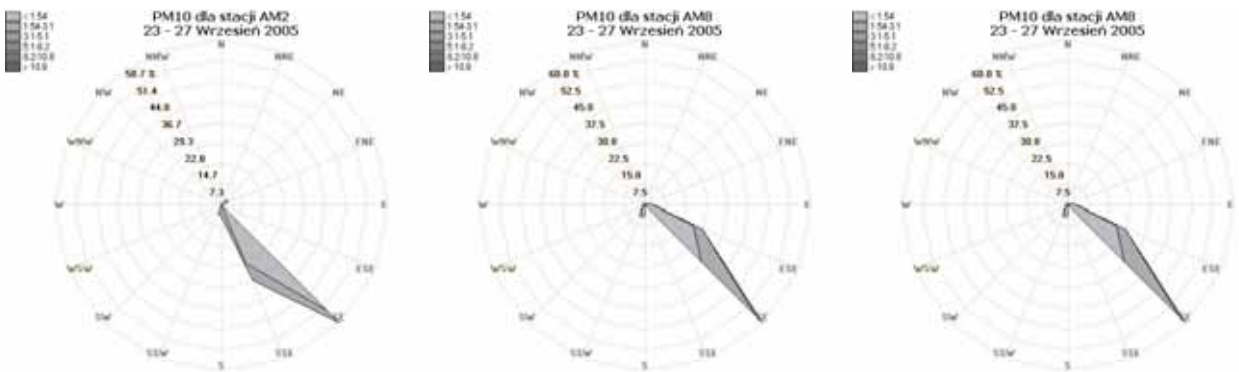


Ryc. 32. Rozklad stężeń pyu PM10 w okresie 6 - 9 września 2005

Okres 24 do 27 września 2005

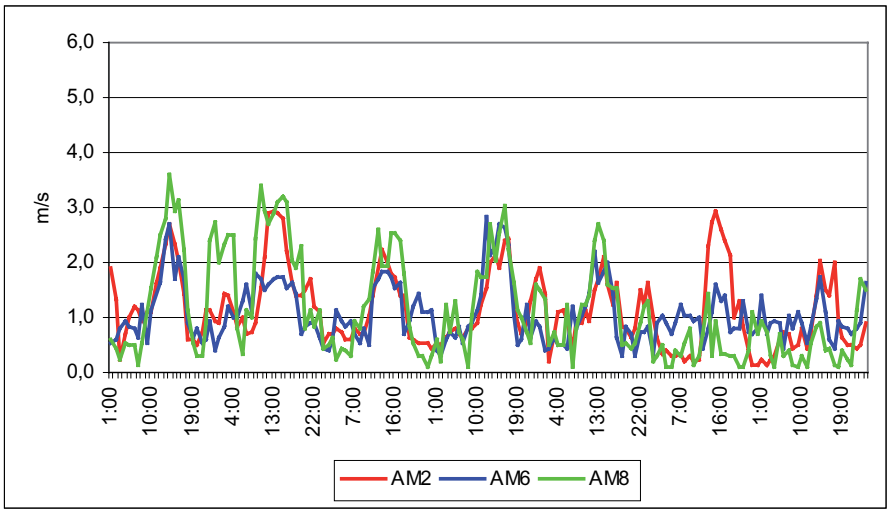


Ryc. 33. Dobowa zmienność prędkości wiatru 24 –27 września 2005



Ryc. 34. Rozklad stężeń pylu PM10 w okresie 24 - 27 września 2005

Okres 8 do 14 października 2005



Ryc. 35. Dobowa zmienność prędkości wiatru 8 –14 października 2005

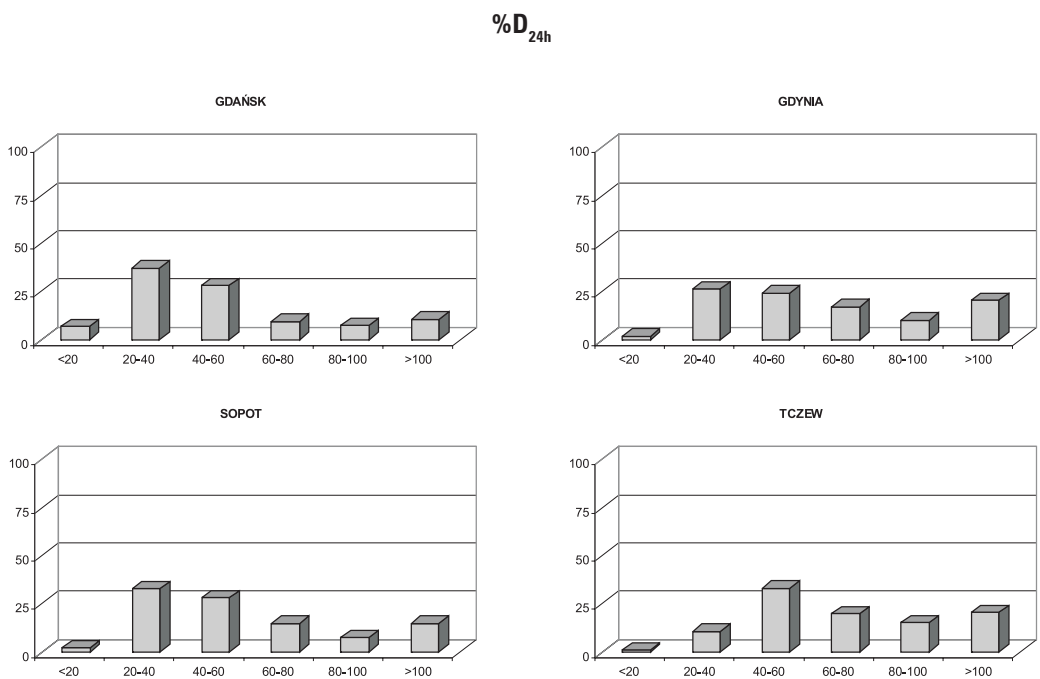
Ryc. 36. Rozklad stężeń pylu PM10 w okresie 8 - 14 października 2005

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stan zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 zanalizowano obliczając częstość występowania określonych wartości stężeń średniodobowych.

W tabeli poniżej i na rycinie 37 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń pyłu PM10 o czasie uśredniania 24h.

Przedział $\%D_{24h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	7,0	1,8	2,2	0,8
20-40	37,3	26,3	32,7	10,7
40-60	28,2	24,4	28,0	33,2
60-80	9,5	17,1	14,8	20,0
80-100	7,2	10,1	7,4	15,0
>100	10,8	20,3	14,8	20,3



Ryc. 37. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń

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

w Gdańsku	10,8%
w Gdyni	20,3%
w Sopocie	14,8%
w Tczewie	20,3%

Na podstawie analizy częstości występowania określonych wartości stężeń można stwierdzić, że stan powietrza we wszystkich miastach - z uwagi na zanieczyszczenie pyłem - jest dostateczny.

3.4. Tlenek węgla

Tlenek węgla mierzony był w 6 stacjach ARMAAG przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 48C referencyjną metodą absorpcji w podczerwieni.
W dwóch stacjach AM3 i AM4 wskazania tlenków węgla kontrolowano w systemie kalibracji wielopunktowej, w pozostałych - dwupunktowej.

Tabela 17. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2005

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	99,8	99,6	99,8	1,00
AM4 - Gdynia Pogórze	92,0	99,9	85,7	1,19
AM5 - Gdańsk Szadółki	93,5	96,0	100,0	1,06
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	99,4	99,4	99,4	1,00
AM7 - Tczew ul. Targowa	99,3	99,8	91,2	1,01
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	93,0	92,2	99,5	0,98
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Od roku 2002 obowiązują nowe zasady określania dopuszczalnego poziomu stężeń CO. 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 38.
W poszczególnych stacjach w roku 2005 stężenia tlenku węgla przedstawiały się następująco:

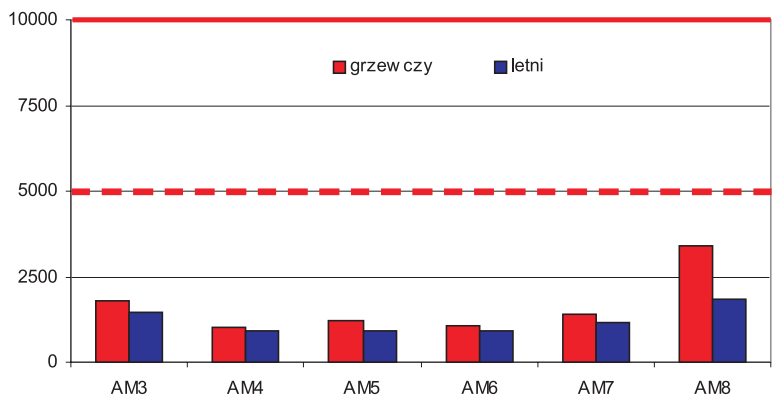
[1] Rozporządzenie MŚ z dnia 6 czerwca 2002

Tabela 18. Maksymalne stężenia 8h kroczące tlenku węgla

Stacja	Stężenia 8h kroczące µg/m^3	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM3 - Gdańsk Nowy Port	1816,8	1462,5
AM4 - Gdynia Pogórze	1043,3	939,1
AM5 - Gdańsk Szadółki	1220,9	911,5
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	1067,3	945,8
AM7 - Tczew ul. Targowa	1426,8	1182,5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	3395,0	1844,7
Dopuszczalny poziom tlenku węgla w powietrzu [µg/m3]	obszar	uzdrowisko
	10000	5000

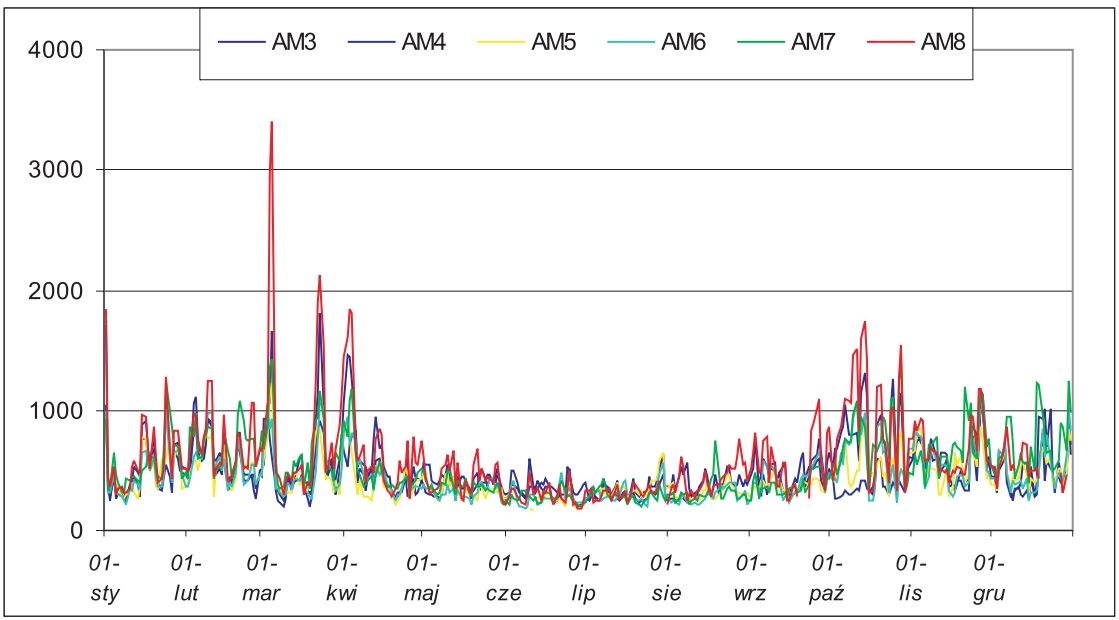
Maksymalne 8h stężenia tlenku węgla były niższe od wartości dopuszczalnych i osiągały poziom od 9,1 % (AM5) do 33,95% (AM8) wartości dopuszczalnych.

We wszystkich stacjach pomiarowych stężenie tlenku węgla w okresie grzewczym było wyższe niż w okresie letnim. W okolicy stacji AM8 stężenie tlenku węgla było o 80% wyższe zimą z powodu funkcjonowania wielu indywidualnych źródeł energetycznych.



Ryc. 38. Maksymalne kroczące 8h stężenia tlenku węgla [[µg/m^3]

Przebieg 8h stężeń kroczących na wszystkich stacjach mierzących tlenek węgla przedstawiono na rycinie 39.



Ryc. 39. Przebiegi kroczących 8h stężeń tlenku węgla 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 ECII. Maksymalne stężenie tlenku węgla **1h = 4995,6 µg/m³** zmierzono w dniu 4 marca o godzinie 21 przy temperaturze minus 4,4°C i prędkości wiatru 0,7 m/s z kierunku SSW i wilgotności 91%.

Najwyższe stężenie 8h wyliczone ze stężeń kroczących = 3395,0 µg/m³ odnotowano w dniu 5 marca.

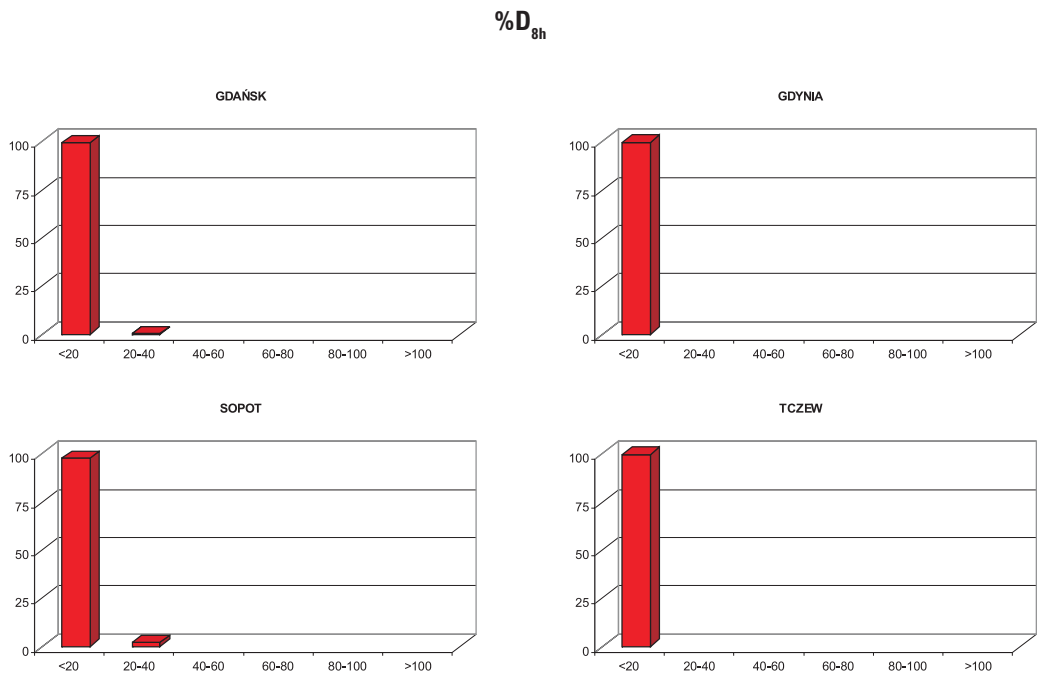
Na obszarze objętym pomiarami sieci ARMAAG prawie 100% wyników mieści się w zakresie do 20% normy.

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	99,7	100,0	97,8	100,0
20-40	0,3	0,0	2,2	0,0
40-60	0,0	0,0	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

Na rycinie 40 przedstawiono procentowe udziały wartości stężeń 8-godzinnych w poszczególnych miastach.



Ryc. 40. Częstość występowania 8h stężeń tlenku węgla w określonych przedziałach wartości

3.5. Ozon

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w wyniku reakcji tlenku azotu i tlenu w obecności promieniowania słonecznego. Jest elementem smogu letniego. Ze względu na niekorzystne oddziaływanie na organizm ludzki, jego poziom w warstwie przyziemnej podlega ciągłemu monitorowaniu, a stężenia obowiązkowemu raportowaniu (w okresie letnim co godzinę).
W wielu krajach informacja o mierzonym i prognozowanym poziomie ozonu przekazywana jest poprzez media, także elektroniczne. Utworzone zostały także specjalne aplikacje dostępowe dla indywidualnych odbiorców, np. poczta elektroniczna lub komunikaty SMS.
W roku 2005 zakończono pomiary ozonu w stacji nr 3 a rozpoczęto w stacji nr 8. Zmiana podyktowana została wprowadzeniem do programu monitoringu wojewódzkiego stacji nr 8 zamiast stacji nr 3.

Kompletność serii pomiarowych po wykonaniu procedur walidacji wynosiła:

Tabela 19. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2005

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/ sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM4 - Gdynia Pogórze	99,3	99,5	99,2	1,00
AM5 - Gdańsk Szadółki	93,7	96,2	91,2	1,05
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	96,9	97,5	96,2	1,01
AM9 - Gdynia Redłowo	99,8	100,0	99,7	1,00

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.

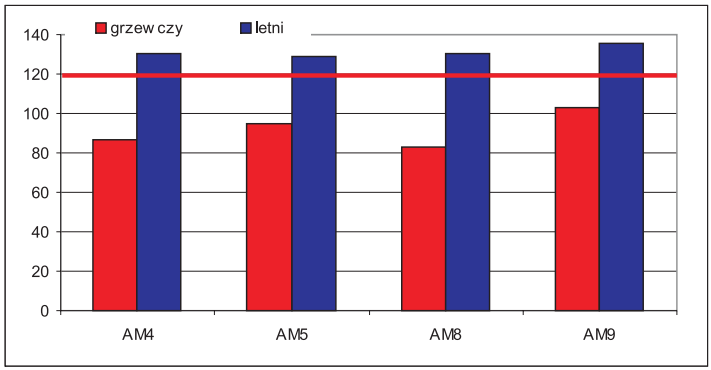
Stężenia 8h obliczono zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu MŚ z czerwca 2002 jako stężenia kroczące.

W sezonie grzewczym stężenia 8-godzinne obliczone ze stężeń kroczących nie przekraczały normy dopuszczalnej **= 120 μg/m^3**. W sezonie letnim, w aglomeracji trójmiejskiej, stężenie wyższe niż poziom dopuszczalny występowało przez 3 dni w sezonie letnim w stosunku do dopuszczalnej wynoszącej 25.

Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu obliczonych ze stężeń kroczących w roku 2005 przedstawiono w tabeli 20 i na rycinie 42.

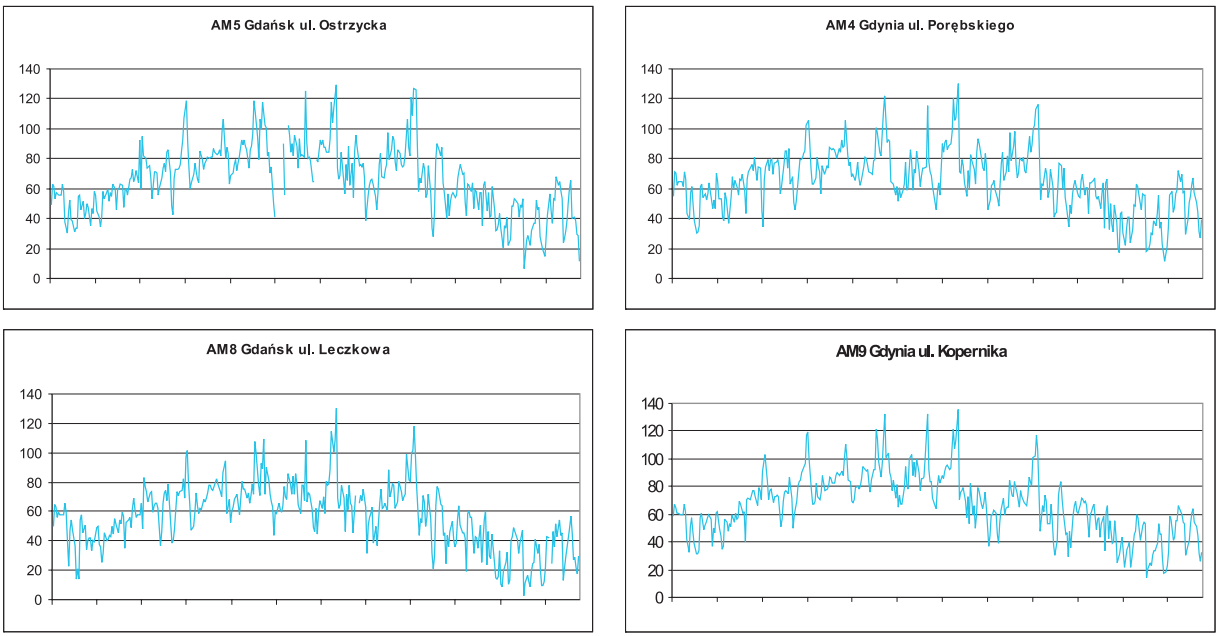
Tabela 20. Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu w roku 2005

Stacja	Stężenia 8-godzinne		Termin wystąpienia stężenia maks.	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM4 - Gdynia Pogórze	86,7	130,5	22 marca 2005 ciśnienie 1003,9 hPa, prędk. wiatru 0,8 m/s temp. 2,2°C wilg. 59,6% kier. wiatru 197 deg	16 lipca 2005 brak danych
AM5 - Gdańsk Szadółki	95,1	129,1	5 marca 2005 ciśnienie brak, prędk. wiatru 3,0 m/s temp. -5,30C wilg. 80,2% kier. wiatru 146 deg	16 lipca 2006 ciśnienie 997 hPa, prędk. wiatru 3,3 m/s temp. 20,4°C wilg. 62,6% kier. wiatru 254 deg
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	83,2	130,1	5 marca 2005 ciśnienie 1006,4 hPa, prędk. wiatru 1,1 m/s temp. -3,8°C wilg. 80,7% kier. wiatru 123 deg	16 lipca 2006 ciśnienie 1004,6 hPa, prędk. wiatru 2,4 m/s temp. 21,6°C wilg. 60,6% kier. wiatru 243 deg
AM9 - Gdynia Redłowo	102,7	135,6	5 marca 2005 ciśnienie 1000,3hPa, prędk. wiatru 1,3 m/s temp. -1,7°C wilg. 77,9% kier. wiatru 93 deg	16 lipca 2006 ciśnienie 999,5 hPa, prędk. wiatru 2,9 m/s temp. 21,2°C wilg. 64,1% kier. wiatru 254 deg
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	3			



Ryc.42. Maksymalne kroczące 8h stężenia ozonu w sezonie letnim i grzewczym [µg/m³]

Stężenia wyższe niż poziom dopuszczalny występowały najczęściej w godzinach pomiędzy 18 a 23.
Na rycinie 43 pokazano przebiegi kroczących stężeń 8h w kolejnych dobach roku 2005.

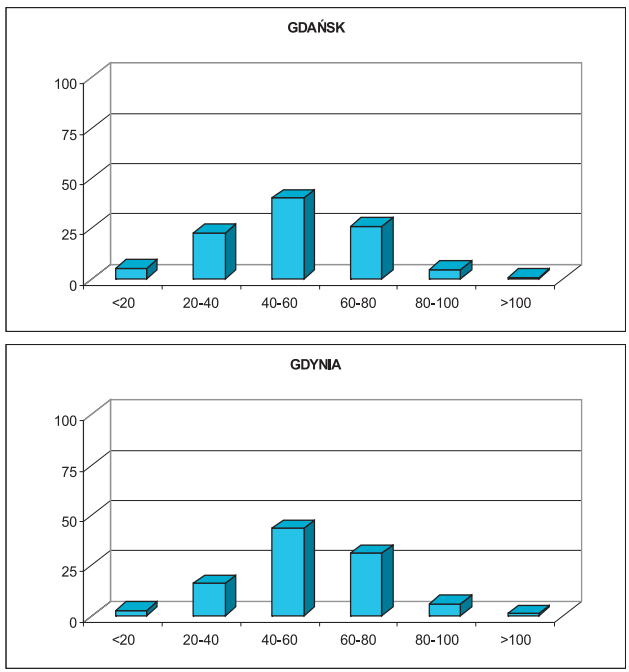


Ryc. 43. Przebiegi dobowe stężeń ozonu w poszczególnych miesiącach roku 2005

Jak już wspomniano przy innych zanieczyszczeniach, bardzo ważnym parametrem jest częstość występowania określonych przedziałów stężeń. Poniżej przedstawiono obliczone dla dwóch miast, w których prowadzone są pomiary ozonu, częstości występowania stężeń w przedziałach, określających stan jakości powietrza jako: b. dobry, dobry, przeciętny, dostateczny, niedostateczny i zły.

Tabela 21. Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]

Przedział $\%D_{8h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]	
	Gdańsk	Gdynia
<20	5,3	2,6
20-40	22,9	15,9
40-60	40,1	43,5
60-80	26,2	31,0
80-100	4,7	5,9
>100	0,8	1,1



Ryc. 44. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2005 w odniesieniu do wartości 8h kroczących

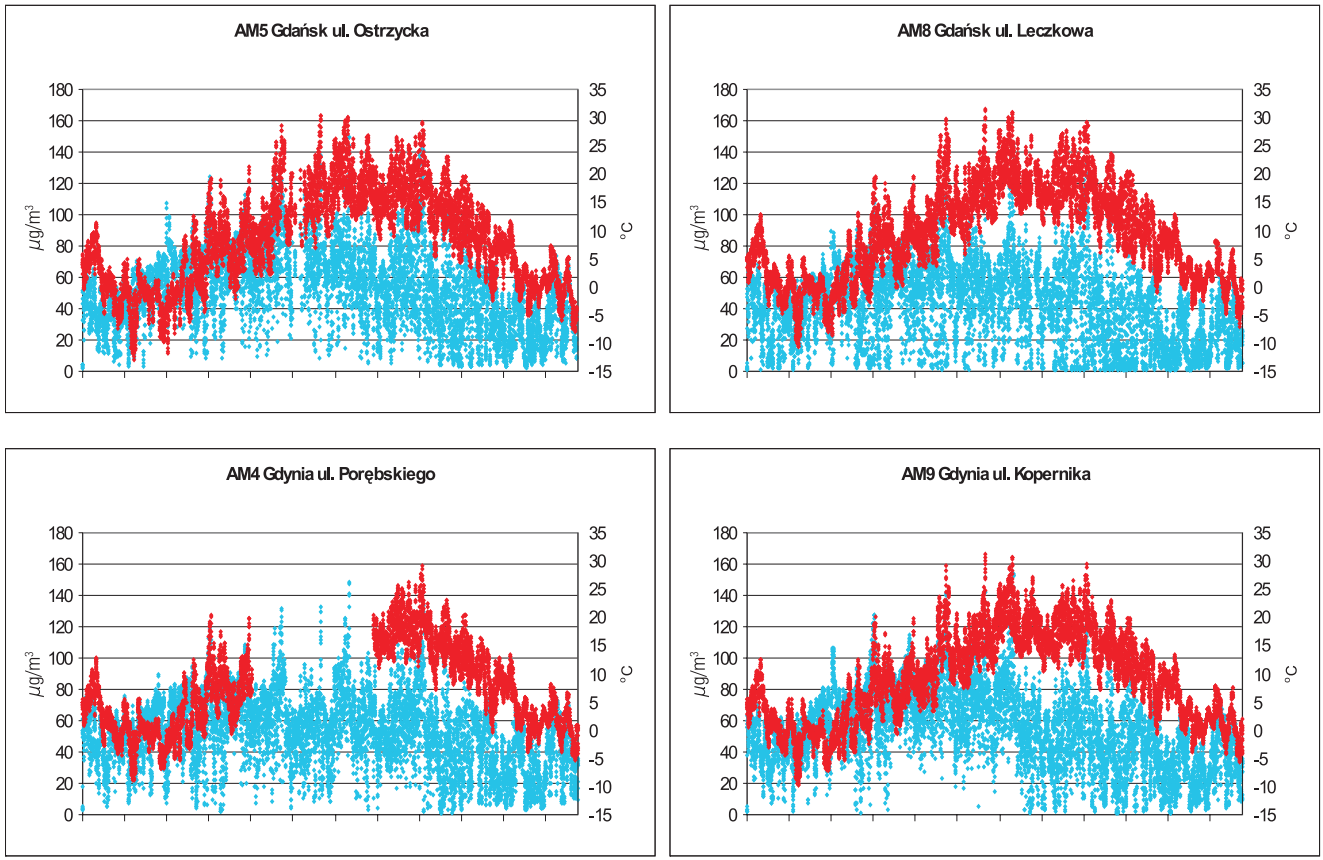
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Zarówno w Gdańsku, jak i w Gdyni poziomy stężeń ozonu w określonych przedziałach stężeń są podobne. Jak pokazano na rycinie 44, przeważająca ilość stężeń występuje w przedziale do 80% (96 $\mu g/m^3$) normy.
Innymi normowanymi stężeniami są stężenia alertowe („próg informowania społeczeństwa") i alarmowe. W aglomeracji gdańskiej w roku 2005 nie zanotowano ani jednego przypadku wystąpienia stężenia powyżej progu informowania **= 180 $\mu g/m^3$**.

Tabela 22. Maksymalne wartości stężeń 1h ozonu w roku 2005

Stacja	Stężenia maksymalne [$\mu g/m^3$]	Termin	Warunki meteorologiczne
AM4 - Gdynia Pogórze	148,9	05-07-16 03:00	brak danych
AM5 - Gdańsk Szadółki	151,9	05-09-09 14:00	ciśn.1002,4 hPa prędk.wiatru 2,9, m/s, temp. 27,8°C, wilg. 49,0 %
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	145,6	05-07-16 03:00	ciśn.1004,4 hPa prędk.wiatru 1,5 m/s, temp. 21,2°C, wilg. 63,0 %
AM9 - Gdynia Redłowo	153,8	05-07-16 02:00	ciśn. 999,9 hPa prędk. wiatru 1,5 m/s, temp. 21,8°C, wilg. 65,0 %
1h - próg informowania społeczeństwa [$\mu g/m^3$]	180		
1h - wartość alarmowa [$\mu g/m^3$]	240		

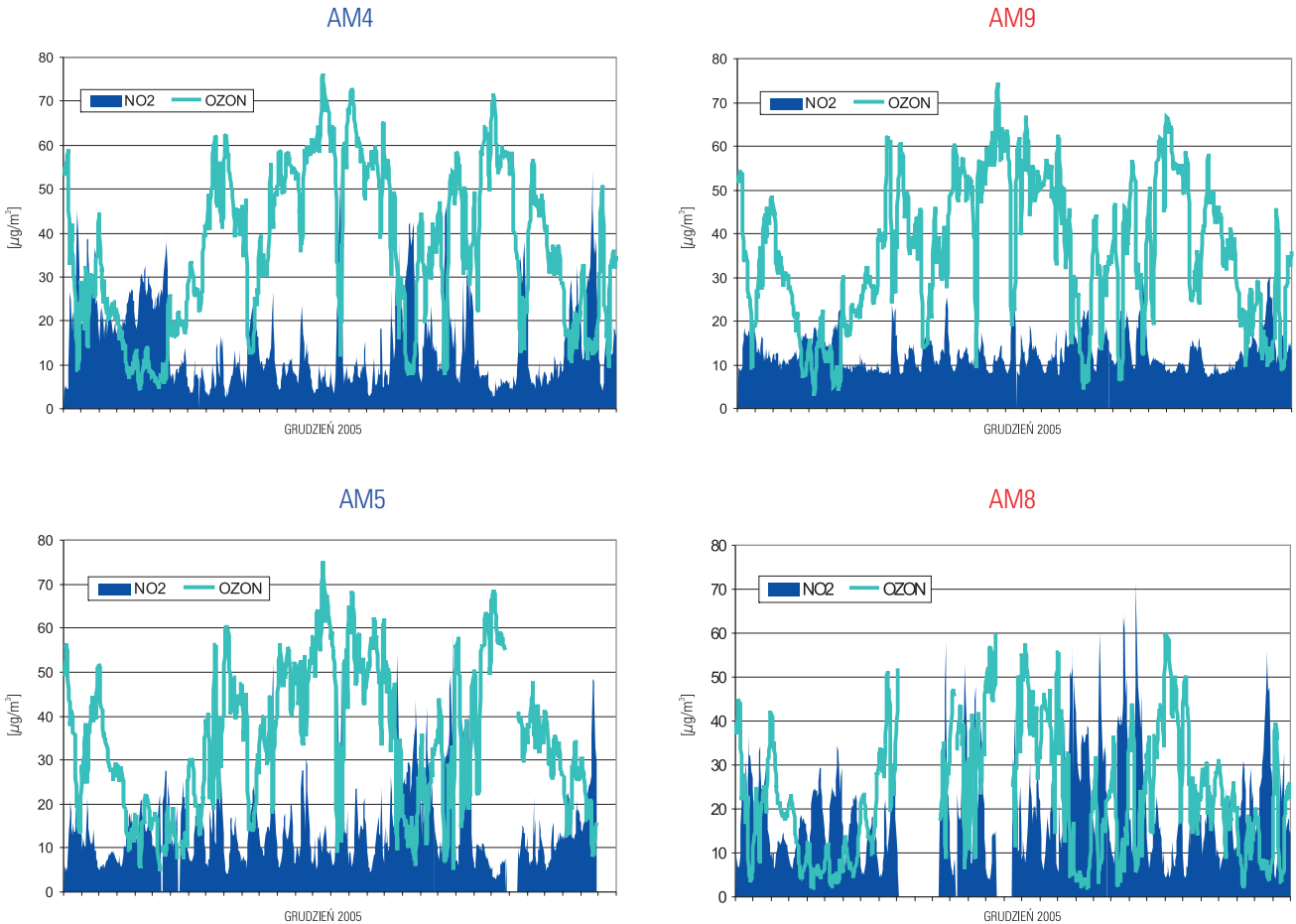
Za wyjątkiem stacji na Szadółkach (najbardziej oddalona od brzegu morskiego) najwyższe stężenia ozonu wystąpiły nad ranem.



Ryc. 45. Przebiegi 1h stężeń ozonu i temperatury w okresie pomiarowym 01.01 - 31.12.2005

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Charakterystyczne zależności stężeń ozonu od stężeń prekursorów (tlenków azotu) przedstawiono poniżej:



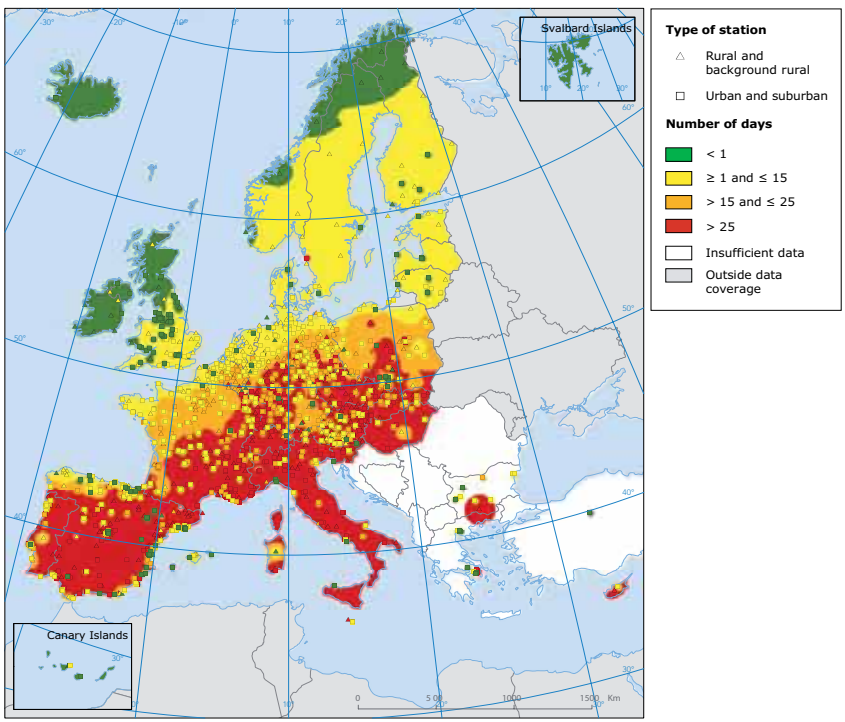
Ryc. 46. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 1h ozonu i NO_2 na stacjach Gdańsk Wrzeszcz, Gdańsk Szadółki oraz Gdynia Pogórze i Gdynia Redłowo w grudniu 2005

Najbardziej widoczne relacje występują w godzinach porannych przy zmianie gradientu temperatury i wzroście emisji tlenków azotu, towarzyszącemu porannemu szczytowi komunikacyjnemu.

Od roku 2003 w sieci EOINET wyniki stężeń ozonu raportowane są na stronie http://air-climate.eionet.eu.int/databases/o3excess/o3_excess2004.html, gdzie podawane są ilości przekroczeń stężeń alertowych i alarmowych oraz daty ich występowania. Raportowaniem objęte są 34 kraje.

Za zgodą autora prezentujemy wyniki pomiarów ozonu w Europie w roku 2005[1] zamieszczone w Technical report No 3/2006 "Air pollution by ozone in Europe in summer 2005. Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 20" wydanym przez EEA (Europejska Agencje Ochrony Środowiska)

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



Ryc. 47. Mapa ozonu z raportu EEA

[1] Prepared by: by Jaroslav Fiala, Libor Cernikovsky, Frank de Leeuw, Pavel Kurfuerst, European Topic Centre on Air and Climate Change Published by: EEA (European Environment Agency)

3.6. Zanieczyszczenia specyficzne

Zakres pomiarów substancji specyficznych w roku 2005 nie zmienił się. W roku 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 AM 4 w Gdyni wykonywano pomiary dwutlenku węgla.

Tabela 23. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2003

Zanieczyszczenie	Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości ważnych danych sezon grzewczy/ sezon letni
		rok	sezon grzewczy	sezon letni	
Benzen (BTX)	AM10	99,1	98,4	99,8	0,97
Dwutlenek węgla (CO_2)	AM3	87,4	75,2	99,5	0,74
	AM4	99,6	99,9	99,2	0,99
Amoniak (NH_3)	AM10	97,2	94,5	100,0	0,93
Minimalny procent ważnych danych dla benzenu		90	90	90	poniżej 2

Z przedstawionych danych wynika, że ilość ważnych danych upoważnia do obliczenia wartości średniorocznych i pozostałych wielkości statystycznych i średnich sezonowych dla wszystkich zanieczyszczeń. Mniejsza ilość danych dla dwutlenku węgla na stacji AM3 wynika z faktu, że analizator zostal wypożyczony do stacji w Diablej Górze .
Serie pomiarowe spełniają wymagania Decyzji Komisji Europejskiej dla obliczenia wszystkich parametrów statystycznych.

3.6.1. Benzen, toluen, ksyleny

Węglowodory aromatyczne , w tym najprostszy benzen, zaliczane są do grupy lotnych związków organicznych. Benzen uznany jest za substancję rakotwórczą.
W sieci ARMAAG do pomiaru benzenu stosowany jest chromatograf gazowy Monitor Chrompack CP 7001 z automatyczną kalibracją. Zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem[1] referencyjną jest metoda oznaczania węglowodorów techniką chromatograficzną GC –FID. Pobór próby dokonywany jest automatycznie.
W chwili obecnej normowany jest średnioroczny poziom benzenu. W rozporządzeniu o wartościach odniesienia[2] podane są stężenia jednogodzinne dla BTX oraz średnioroczne dla toluenu , ksylenu (suma izomerów) i etylobenzenu.

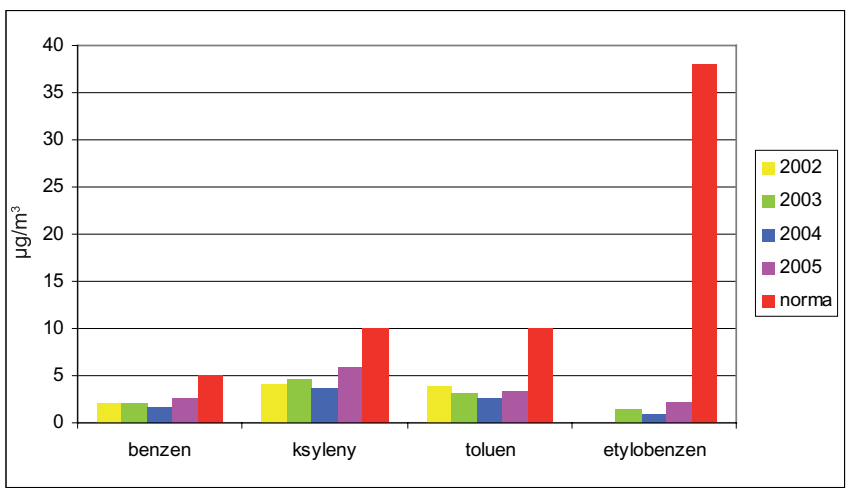
[1] Rozporządzenia MŚ z dnia 6 czerwca 2002 zał. 6
[2] Rozporządzenie MŚ z dnia 1.01.2003

Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych 1h przedstawiono w tabeli 23 i na rycinach 48 i 49.
Stężenia węglowodorów aromatycznych zmierzonych w stacji AM10 w roku 2005 przedstawiały się następująco:

Tabela 24. Stężenia węglowodorów aromatycznych (BTX i etylobenzen) i amoniaku

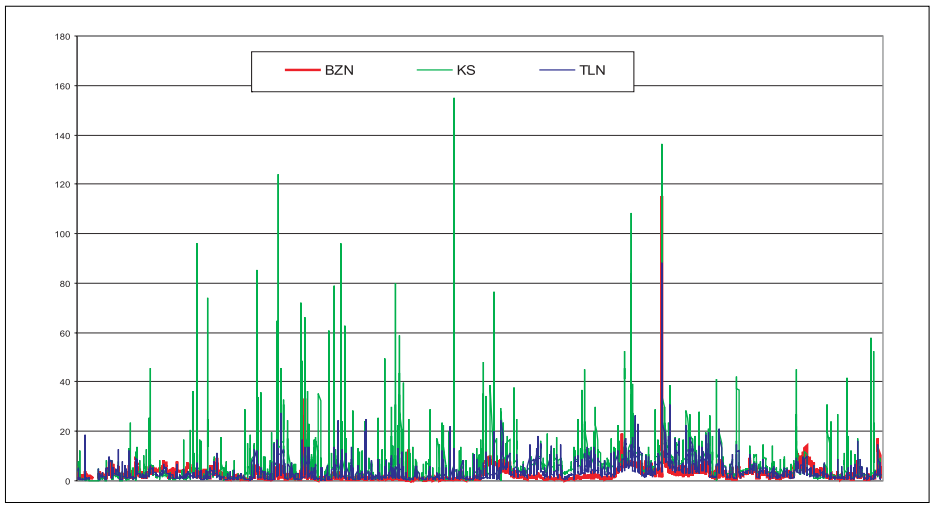
Substancja	Stężenia substancji w powietrzu[$\mu g/m^3$]				Termin wystąpienia stężeń maksymalnych	Warunki meteorologiczne
	wartości średnioroczne		wartości 1h			
	średnioroczne	poziom dopuszczalny lub wartość odniesienia	stężenie maksymalne	wartość odniesienia		
benzen	2,6	5,0	115,1	30	2005-09-23 12:00	ciśn 1025,2 hPa, wv 2,6 m/s temp. 16,5°C, wilg. 66,2 %
ksyleny	6,0	10,0	155,0	100	2005-06-21 11:00	ciśn.1020,3 hPa, wv 1,1 m/s temp. 18,0°C, wilg. 37,3 %
toluen	3,4	10,0	88,4	100	2005-09-23 13:00	ciśn.1024,6 hPa, wv 3,5 m/s temp.17,4°C, wilg.64,8 %
etylobenzen	2,2	38,0	59,3	500	2005-09-23 12:00	ciśn.1025,2 hPa, wv 2,6 m/s temp. 16,5°C, wilg.66,2 %
amoniak	3,2	50	15,3	400	2005-01-27 12:00	ciśn.1015,3 hPa, wv 1,4 m/s, temp. -2,8°C, wilg .80,7 %

Średnioroczne stężenia węglowodorów aromatycznych (rycina 48) nie przekraczały wartości dopuszczalnych. Na poziomie roku 2003 utrzymały się stężenia benzenu i etylobenzenu. Odnotowano niewielki spadek stężeń ksylenów i toluenu.



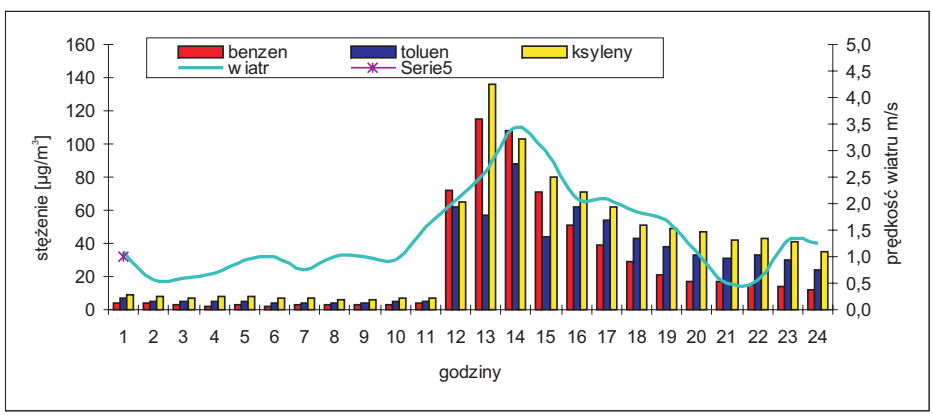
Ryc. 48. Średnioroczne stężenia BTX i etylobenzenu [$\mu g/m^3$]

Podobnie jak w roku 2003 także i w roku 2004 zanotowano pojedyncze przypadki stężeń 1h wyższych niż poziomy dopuszczalne. Wystąpiły one przy dość wysokiej temperaturze powietrza w godzinach południowych.
Przebiegi jednogodzinnych stężeń węglowodorów aromatycznych pokazano na rysunku 49.



Ryc. 49. Przebieg jednogodzinnych stężeń węglowodorów aromatycznych

Ponadnormatywne wartości stężeń wystąpiły tylko jednego dnia



Ryc. 50. Przebieg jednogodzinnych stężeń węglowodorów aromatycznych

3.6.2. Amoniak

Amoniak mierzony jest w stacji nr 10 w Gdyni przy ul. Wendy. Lokalizacja miernika wskazana jako reprezentatywna dla monitorowania tła tego zanieczyszczenia w rejonie portu nie zmieniła się. Zmierzone stężenia zestawiono w tabeli 25, w której podano również warunki meteorologiczne towarzyszące wystąpieniu stężenia maksymalnego.

Tabela 25. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych NH_3

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)	3,2	50	15,3	400	2005-01-27 12:00	ciśnienie 1015,3 hPa prędk.wiatru 1,4m/s temp. –2,810C wilg. 80,7%

3.6.3. Dwutlenek węgla

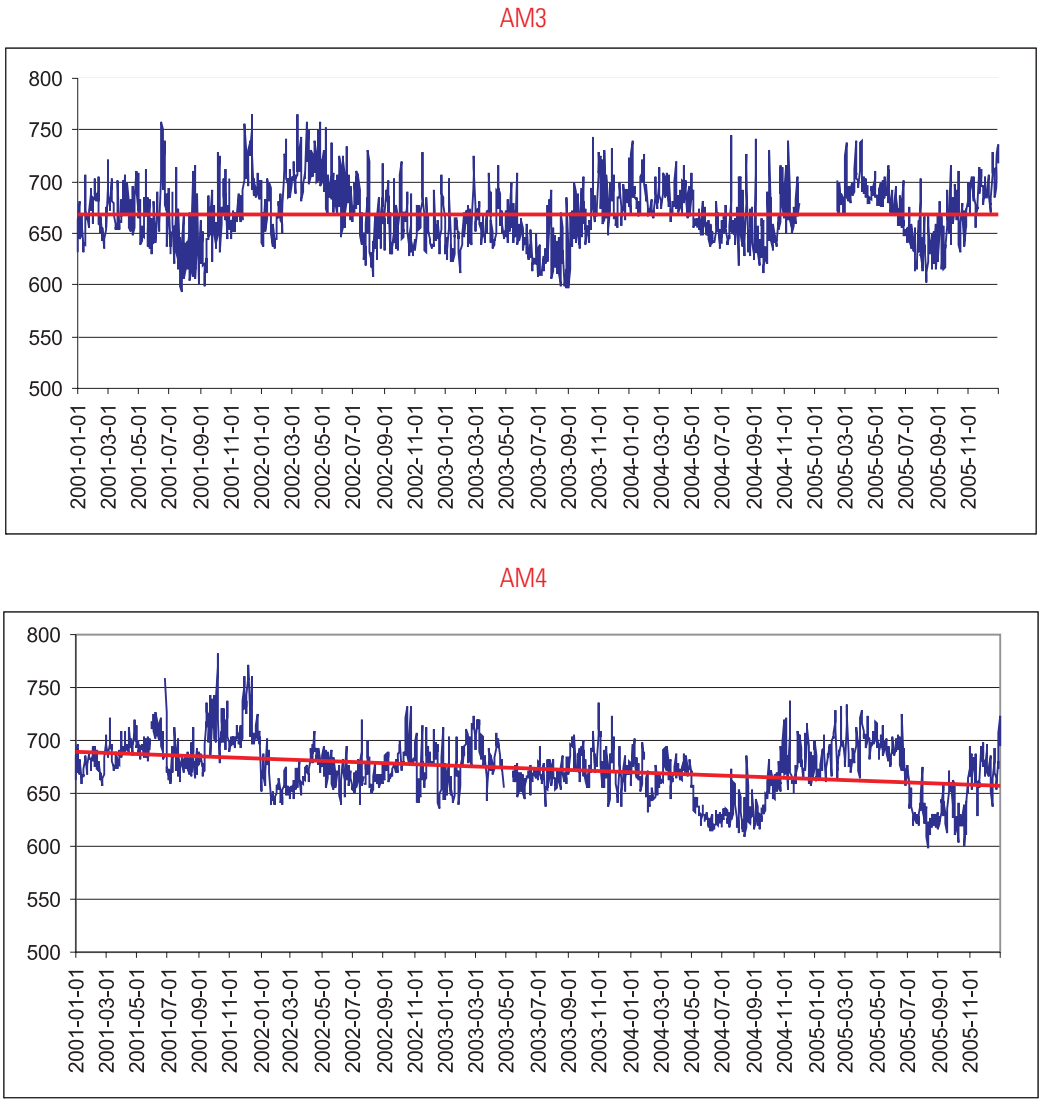
Dwutlenek węgla uważany jest za podstawowy gaz cieplarniany. Monitorowanie jego stężenia w atmosferze prowadzone jest razem z obserwacją zmian klimatu.
W sieci ARMAAG dwutlenek węgla monitorowany jest na dwóch stacjach AM3 i AM4 zlokalizowanych w rejonie oddziaływania zawodowych elektrociepłowni.

Stężenia dwutlenku węgla i towarzyszące wystąpieniu maksymalnej wartości chwilowej parametry meteorologiczne pokazano w tabeli 26.

Tabela 26. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych CO_2

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu[mg/m^3]			Termin wystąpienia stężenia maksymalnego	Warunki meteorologiczne
	średnioroczne	stężenie maksymalne			
		sezon grzewczy	sezon letni		
CO_2 (AM3)	674,1	822,6	871,1	2005-10-07 08:00	ciśnienie 1026,4 hPa prędk. wiatru brak temp. 3,5°C, wilg. brak
CO_2 (AM4)	668,5	773,0	934,9	2005-06-21 01:00	ciśnienie brak prędk. wiatru 0,6m/s temp. brak, wilg. brak

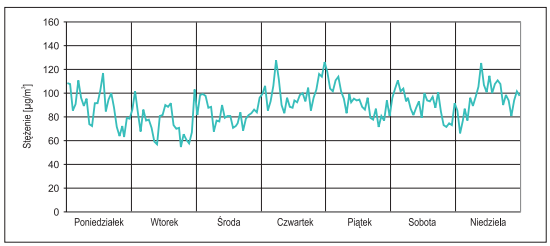
Zmiany wartości stężeń oraz trend zmian w prowadzonych badaniach pokazano na rycinie 51.



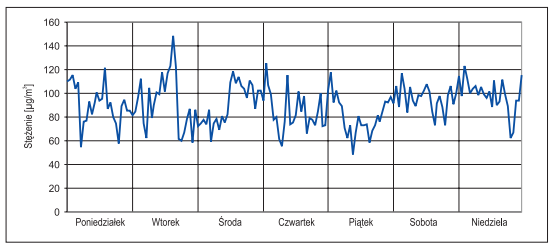
Ryc. 51. Zmiany wartości średniodobowych stężeń dwutlenku węgla wraz z linią trendu od roku 2001

3.7. Pomiary wykonywane metodą spektroskopii

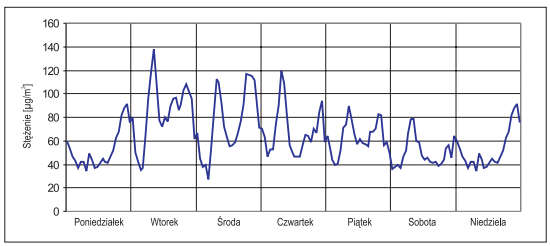
W roku 2005 przez okres około 2,5 miesiąca wykonywano pomiary zanieczyszczeń przy użyciu DOAS-a (Differential Optical Absorption Spectroscopy) zlokalizowanego w Gdyni w Urzędzie Miejskim w miejscu wykonywania pomiarów w roku 2002. Realizację pomiarów utrudniały warunki pogodowe, bowiem występujące intensywne opady śniegu zakłócały przebieg wiązki światła. Interpretacja wartości pomierzonych stężeń dotyczy więc jedynie porównania z poprzednimi badaniami bez odnoszenia się do wielkości dopuszczalnych lub wartości odniesienia.



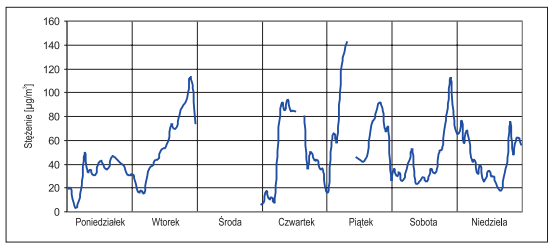
Ozon – marzec 2002



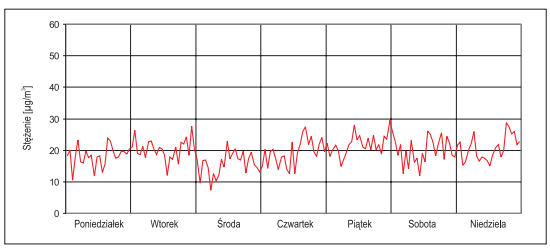
Ozon – marzec 2005



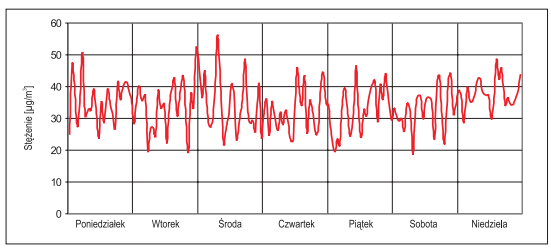
NO_2 – kwiecień 2002



NO_2 – kwiecień 2005



Benzen – marzec 2002



Benzen – marzec 2005

Ryc. 52. Porównanie serii pomiarowych substancji podstawowych - przenośna stacja DOAS w Gdyni

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE

W ocenie jakości powietrza uwzględniane są następujące substancje:

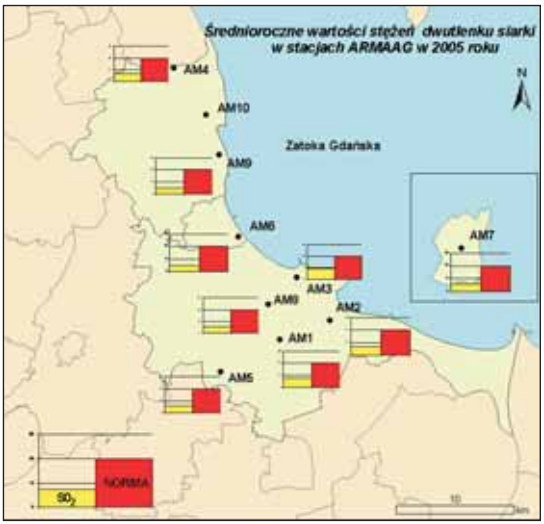
- dwutlenek siarki
- dwutlenek azotu
- tlenek węgla
- ozon
- pył PM10
- benzen
- ołów

Substancje te mają określone poziomy odniesienia dla różnych czasów uśredniania pomiarów i dla różnych zakresów ochrony.
Poziomy dopuszczalne wyznaczone zostały na podstawie długoletnich obserwacji i badań oddziaływania badanych substancji na zdrowie ludzkie, dobra materialne, ekosystem.
W aglomeracji trójmiejskiej pomiary substancji zanieczyszczających są bardzo istotne z uwagi na specyficzny charakter obszaru. Rozwinięty przemysł, intensywny ruch turystyczny, cenne zabytki i obszary przyrodnicze a także usytuowane pomiędzy dużymi miastami uzdrowisko, wymagają intensywnego programu pomiarowego, na podstawie którego przekazywana jest społeczeństwu kompetentna informacja o jakości powietrza w Trójmieście i Tczewie.
W sieci ARMAAG mierzone są wszystkie substancje za wyjątkiem ołowiu.
Ocenę jakości powietrza w niniejszym raporcie wykonano w dwojaki sposób:

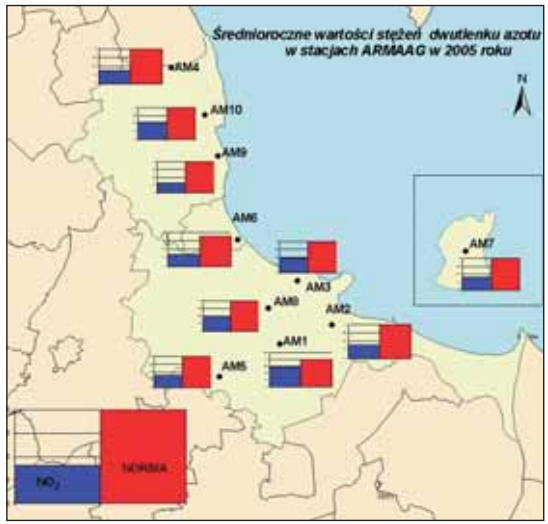
- jako informację merytoryczną: wyniki pomiarów porównano z obowiązującymi poziomami
- jako informację opisową: przez zastosowanie skali ocen w odniesieniu do udziału zamierzonego stężenia do odpowiedniej normy.

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

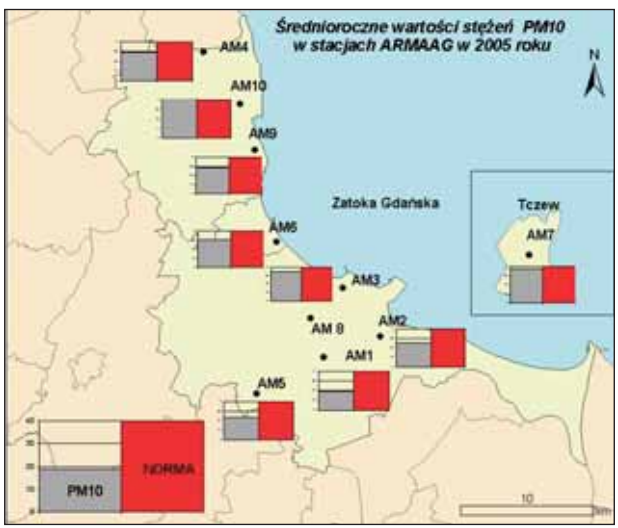
a)



b)



c)



Ryc. 53. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w roku 2006
a) dwutlenek siarki, b) dwutlenek azotu, c) pył PM10

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI I TCZEWIE

W ocenie opisowej zastosowano skalę ocen jakości powietrza 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 27. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych

Miasto	Jakość powietrza			
	dwutlenek siarki	dwutlenek azotu		pył PM 10
GDAŃSK	b.dobra	dobra		dostateczna
GDYNIA	b.dobra	dobra		dostateczna
SOPOT	b.dobra	dobra		dostateczna
TCZEW	b.dobra	dobra		dostateczna
Norma [$\mu g/m^3$]	20[1]	40[2]	35[3]	40[2]

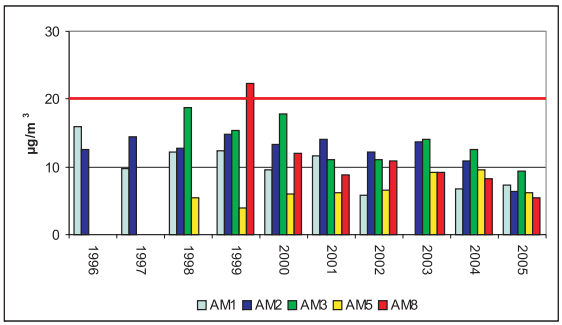
Wynik oceny jest zbieżny z wnioskami Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska, z których wynika, że dla strefy aglomeracja i powiat Tczew musi być wykonany program naprawczy ze względu na nadmierną emisję pyłów PM10.

1 Ze względu na ochronę roślin
2 obszar
3 uzdrowisko

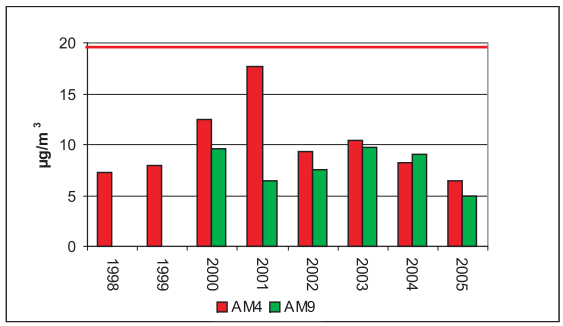
4.1. Dwutlenek siarki

Stężenia średnioroczne dwutlenku siarki normowane ze względu na ochronę roślin w dalszym ciągu notują tendencję malejącą. Zmiany stężeń średniorocznych za lata 1998 –2005 na poszczególnych stacjach pokazano na rycinie 54.

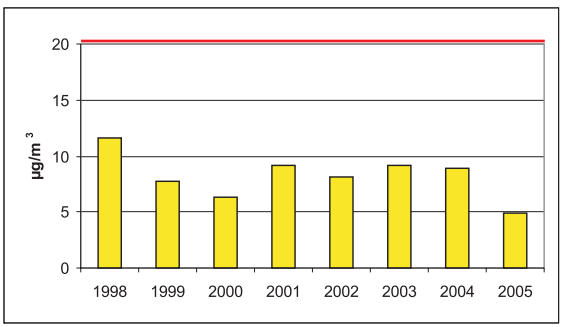
a) Gdańsk



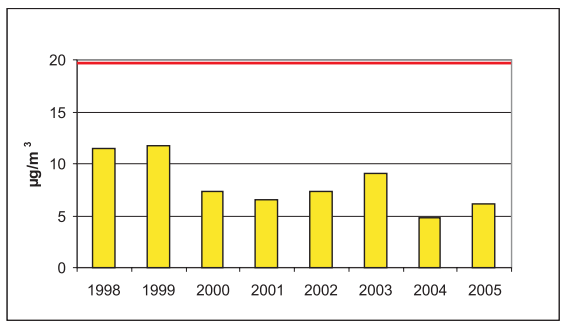
b) Gdynia



c) Sopot



d) Tczew

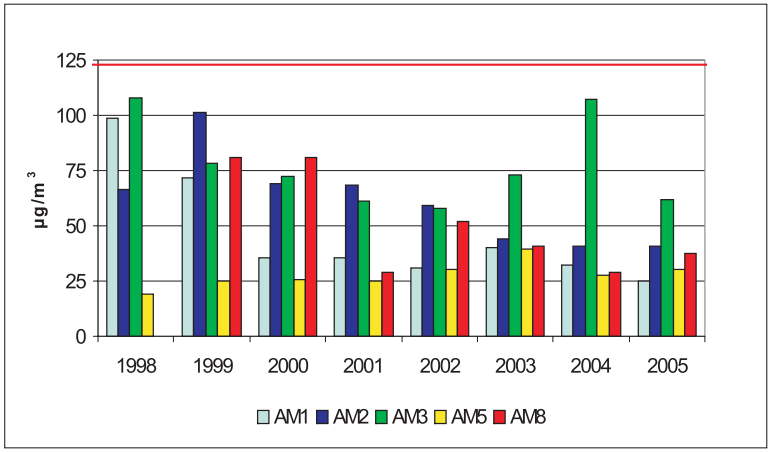


Ryc. 54. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki w latach 1998-2005

W stosunku do roku poprzedniego średnioroczne stężenia dwutlenku siarki w Gdańsku obniżyły się o 2 do 3 $\mu g/m^3$, w Gdyni około 3, w Sopocie o 5 $\mu g/m^3$. Wzrosły nieznacznie w Tczewie (o 1,4 $\mu g/m^3$).

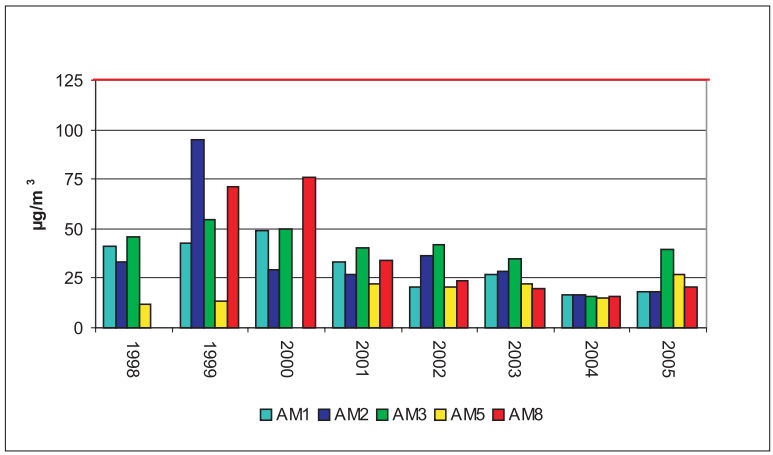
W średniookresowym oddziaływaniu istotne są nie tylko wartości ale również czas występowania stężeń średniodobowych.

Zmiany wartości maksymalnych stężeń średniodobowych potwierdzają tendencję malejącego udziału dwutlenku siarki w zanieczyszczeniu powietrza. Na przestrzeni lat notowane maksymalne wartości stężeń średniodobowych zmalały w sezonie grzewczym kilkakrotnie.



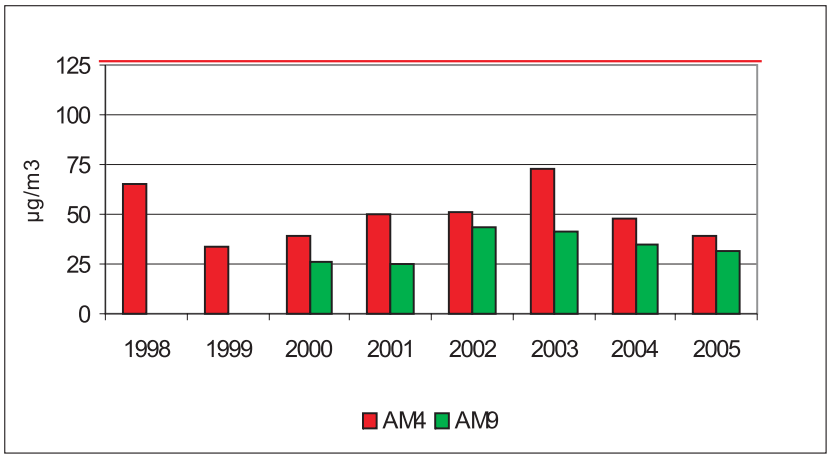
Ryc. 55. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w sezonie grzewczym na stacjach w Gdańsku lata 1998-2005

W sezonie letnim nie notuje się stężeń wyższych od 30% wartości dopuszczalnej.

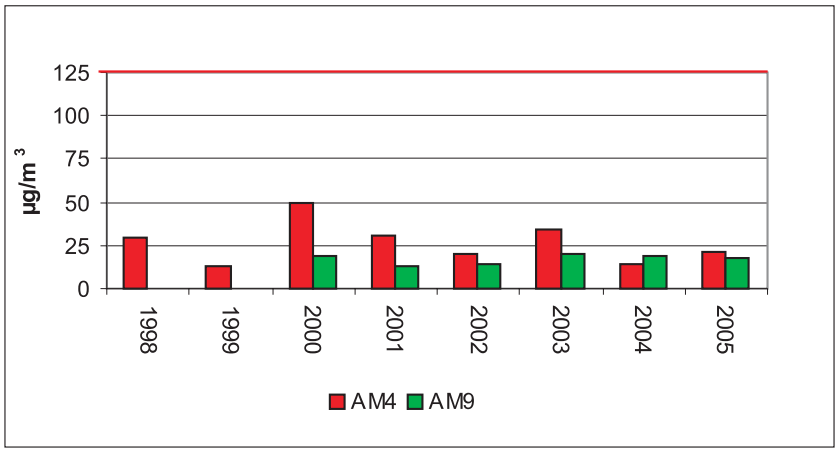


Ryc. 56. Zmiany maksymalnych stężeń średniorocznych dwutlenku siarki sezonie letnim na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005

Wartości maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Gdyni sięgają 40% wartości dopuszczalnej w sezonie grzewczym i 20 % w sezonie letnim.
Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005 pokazano na rycinach 57 i 58.

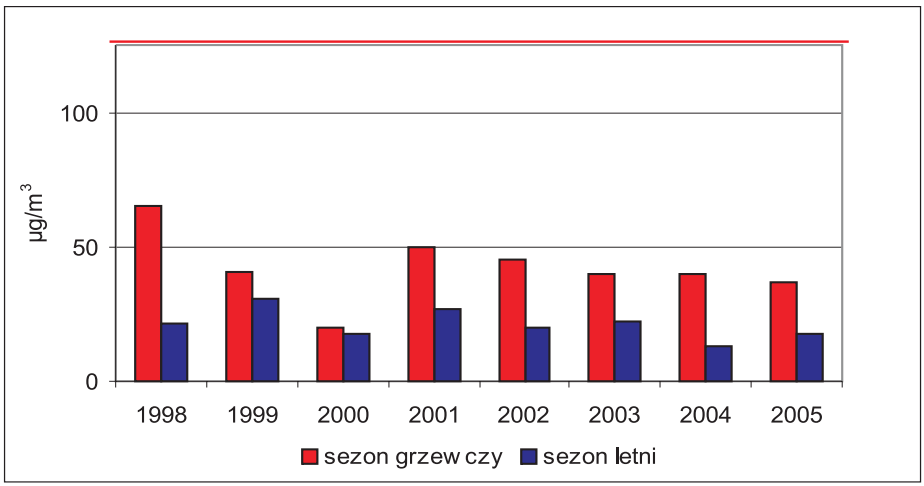


Ryc. 57. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w sezonie grzewczym na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005



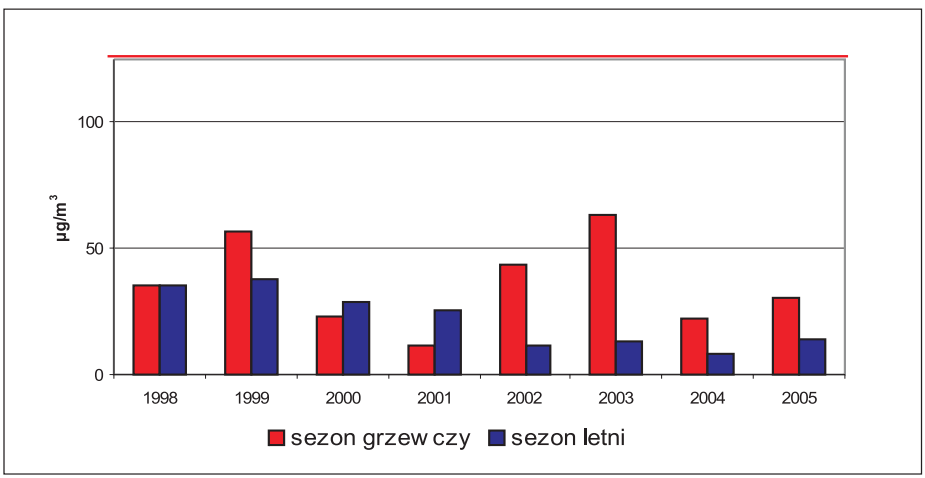
Ryc. 58. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwulenku siarki w sezonie letnim na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005

W Sopocie maksymalne stężenia średniodobowe dwutlenku siarki systematycznie spadają.
Po realizacji modernizacji ogrzewania ich wartości utrzymują się na poziomie 30% wartości dopuszczalnej zimą i 15% latem (ryc. 59).



Ryc. 59. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Sopocie latach 1998-2005

W Tczewie sytuacja jest podobna. Maksymalne wartości stężeń średniodobowe zimą 2005 osiągnęły 25% wartości dopuszczalnej, a latem 11%.

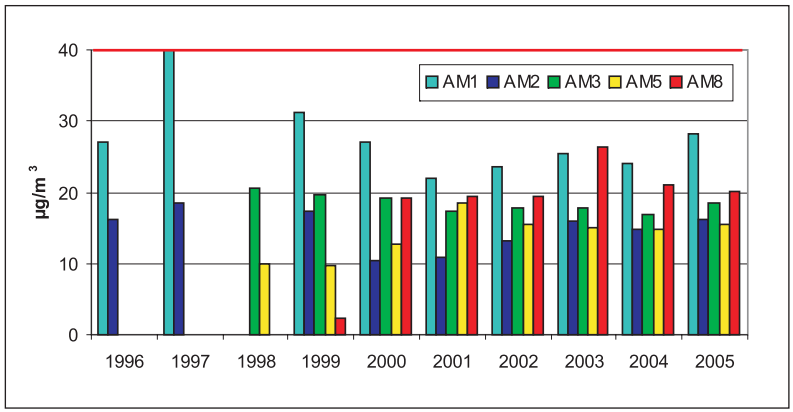


Ryc. 60. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Tczewie za lata 1998- 2005

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 2005 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 **= 191,8 μg/m^3** wystąpiło w dniu 20 marca w Gdańsku na Stogach o godzinie 8. Zmierzone parametry meteorologiczne w terminie pomiarowym: temp. minus 2,4°C, a wiatr o sile 3,2 m/s wiał z kierunku północnozachodniego.
Oprócz wartości stężenia istotnym jest czas jego występowania. 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 2005 pomiary nie wykazały przekroczeń i w związku z tym nie wykonywano obliczeń percentyla.

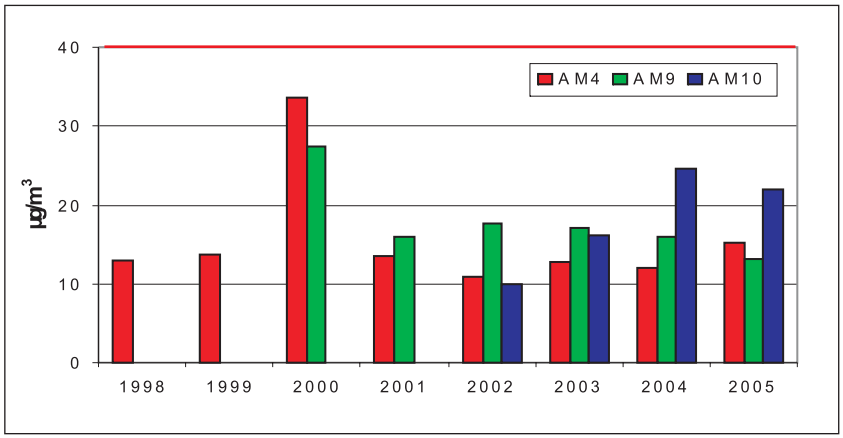
4.2. Dwutlenek azotu

Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu wahają się od 33% wartości dopuszczalnej (stacja AM9) do 70,3% (stacja AM1). Na wszystkich stacjach (za wyjątkiem AM8) w Gdańsku zanotowano wzrost wartości stężeń średniorocznych, przy czym największy wystąpił na stacji AM1 zlokalizowanej w pobliżu ulicy o zwiększającym się systematycznie ruchu samochodów. Na pozostałych stacjach wzrost wartości stężeń jest niewielki.



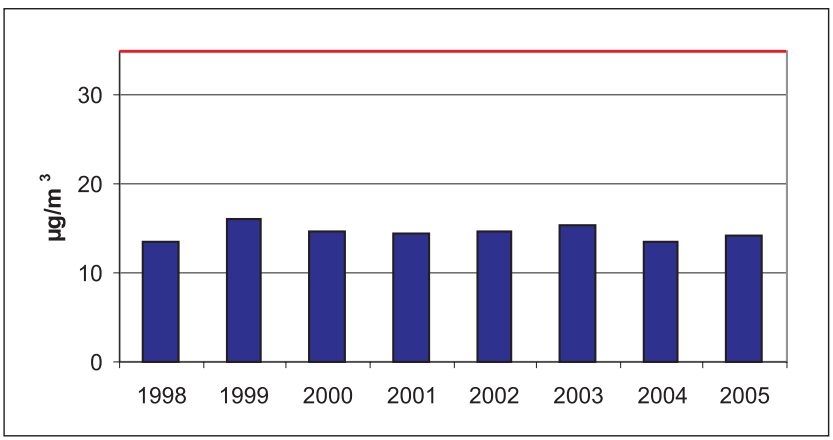
Ryc. 61. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach w Gdańsku - lata 1998-2005

W Gdyni stężenia średnioroczne osiągają od 33% (stacja AM4) do 55% (AM10) wartości dopuszczalnej. W stosunku do roku 2004 zanotowano niewielki wzrost stężeń na stacji AM4.



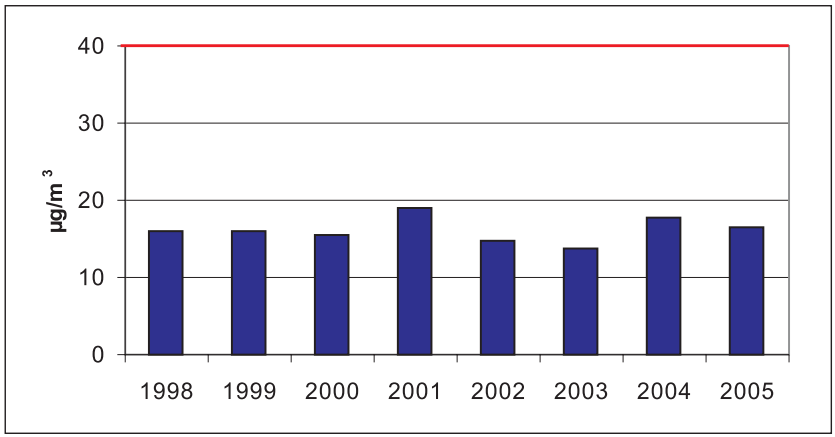
Ryc. 62. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach w Gdyni - lata 1998-2005

W Sopocie obowiązuje inna norma dopuszczalna = 35 μg/m^3 . Stężenia tlenków azotu w roku 2005 osiągnęły wartość 14,2 μg/m^3 tj. 40,5% wartości dopuszczalnej.



Ryc. 63. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacji w Sopocie - lata 1998-2005

Podobny poziom stężeń średniorocznych (41,1% wartości dopuszczalnej) zanotowano w roku 2005 w Tczewie.



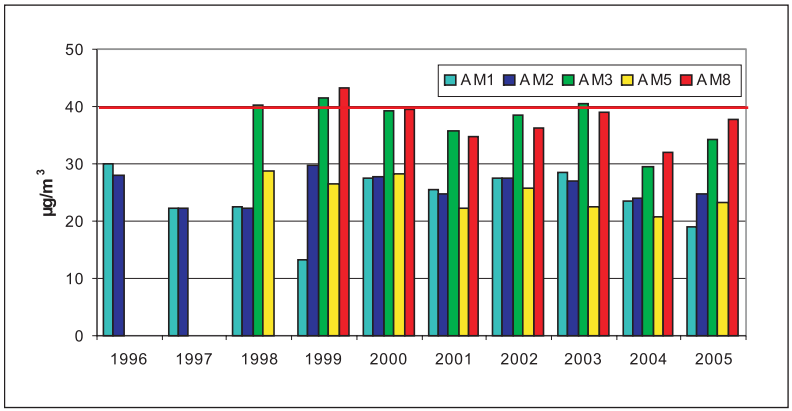
Ryc. 64. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacji w Tczewie - lata 1998-2005

W stosunku do roku 2004 w Tczewie odnotowano niewielki spadek stężeń średniorocznych (o 1,2 $\mu g/m^3$) 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 2005 w całej sieci ARMAAG nie odnotowano stężeń dwutlenku azotu powyżej normy = 200 $\mu g/m^3$. Maksymalne stężenie osiągnęło wartość **149,9 $\mu g/m^3$** w dniu 4 marca o godzinie 22 w stacji nr 1 w Gdańsku Środmieściu. W godzinie pomiaru temperatura na stacji wynosiła minus 8,2°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 1 h stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla S99,8 jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{1h}. W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 0,2% wyników w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{1h}.

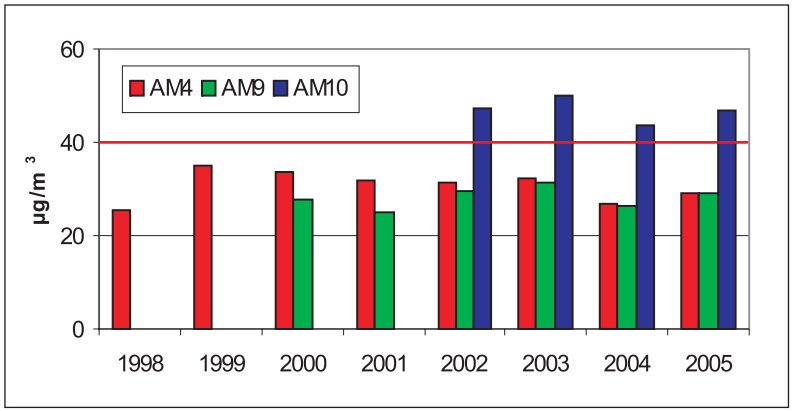
4.3. Pył PM10

Średnioroczne stężenia pyłu w roku 2005 wzrosły na prawie wszystkich stacjach. Spowodowane to było znacznym zwiększeniem ruchu samochodowego, podjęciem działalności przez wiele małych podmiotów gospodarczych oraz rozpoczęciem bardzo wielu inwestycji drogowych. W Gdańsku najbardziej istotny wzrost zaobserwowano na stacji w Nowym Porcie i na stacji nr 8 przy ul.Hallera. Wartości stężeń niższe były od wartości normowej = 40 $\mu g/m^3$. Zmiany stężeń na przestrzeni 10 lat pokazano na rycinie 65.



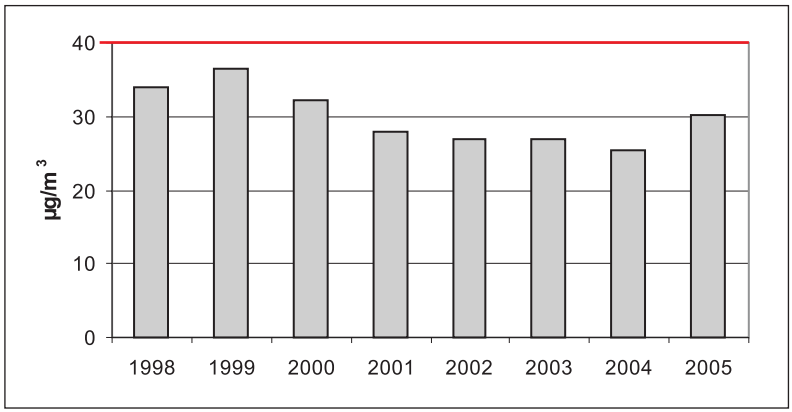
Ryc. 65. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku - lata 1996-2005

W Gdyni w roku 2005 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. Zmiany stężeń pyłu PM10 pokazano poniżej.

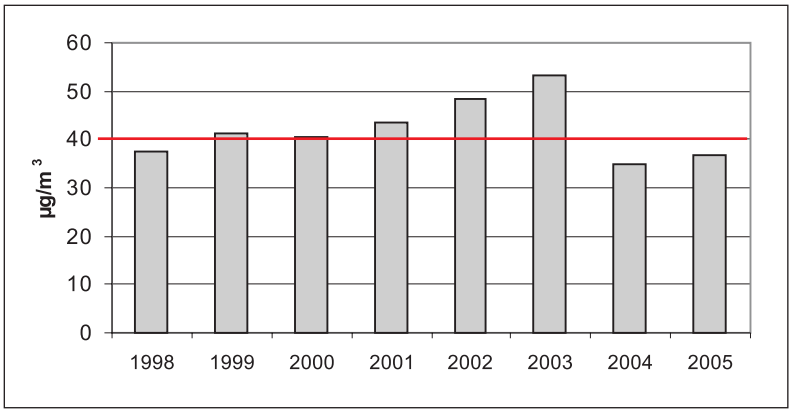


Ryc. 66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach w Gdyni - lata 1998-2005

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 remonty dróg .



Ryc. 67. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacji w Sopocie - lata 1998-2005



Ryc. 68. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacji w Tczewie - lata 1998-2005

W roku 2005, 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 5 w Gdańsku Szadółkach maksymalne stężenie średniodobowe wyniosło 49,5 μg/m^3. Limitowana liczba dni z przekroczeniami (35 w ciągu roku) również była przekroczona.

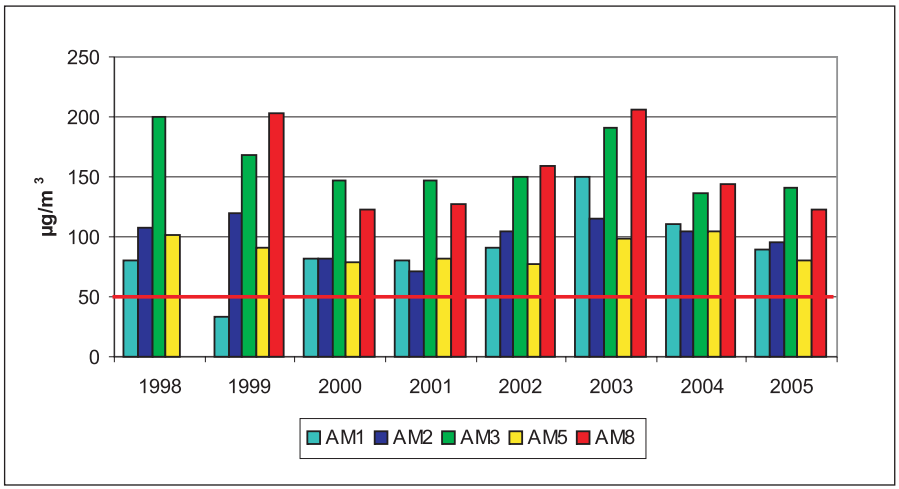
W ciągu całego 2005 roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła:

w aglomeracji	130 (wzrost o 25)
w Tczewie	84 (wzrost o 45)

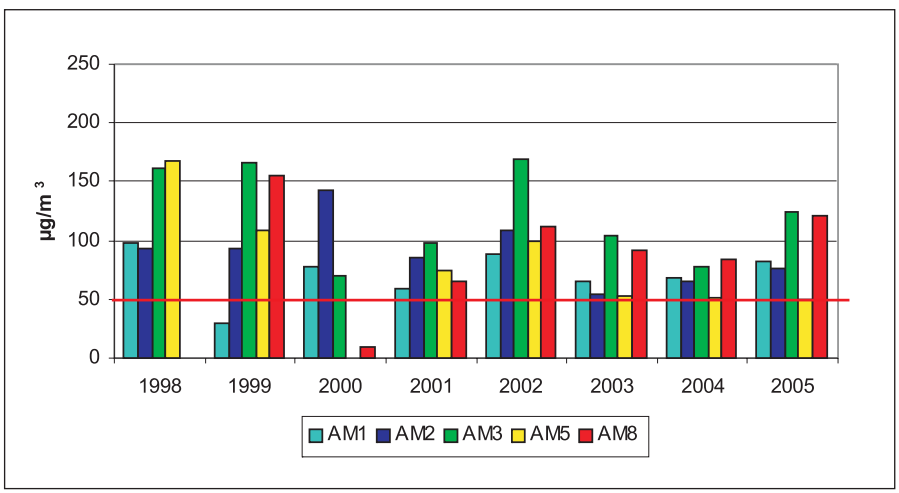
Wyników wyższych niż norma **D_{24}=50 μg/m^3 zanotowano:**

na terenie Gdańska	10,8 % (w roku 2003 - 14,2%, w roku 2004 - 7,9%)
w Gdyni	20,3 % (w roku 2003 - 22,2%, w roku 2004 - 14,0%)
w Sopocie	14,8 % (w roku 2003 - 10,1%, w roku 2004 - 5,9%)
w Tczewie	20,3% (w roku 2003 - 44,4%, w roku 2004 - 13,9%)

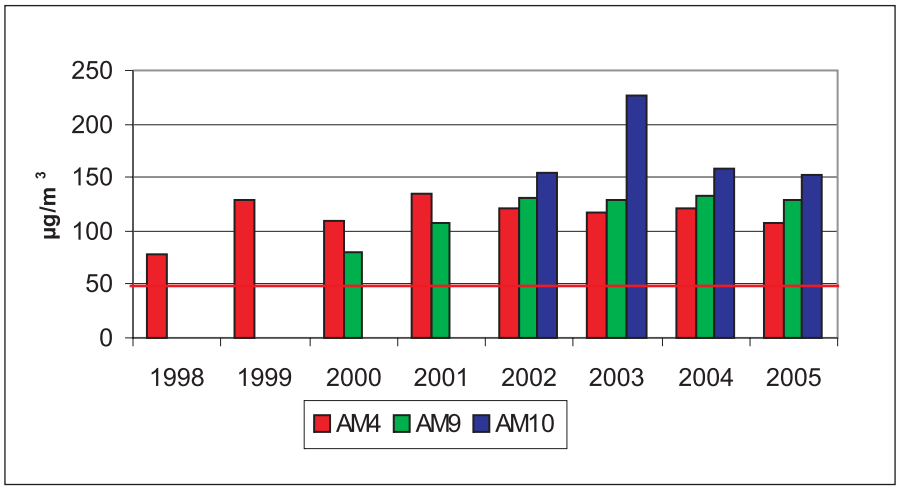
Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 1998 –2005 dla PM10 w poszczególnych sezonach dla każdego miasta dla pokazano na kolejnych rycinach.



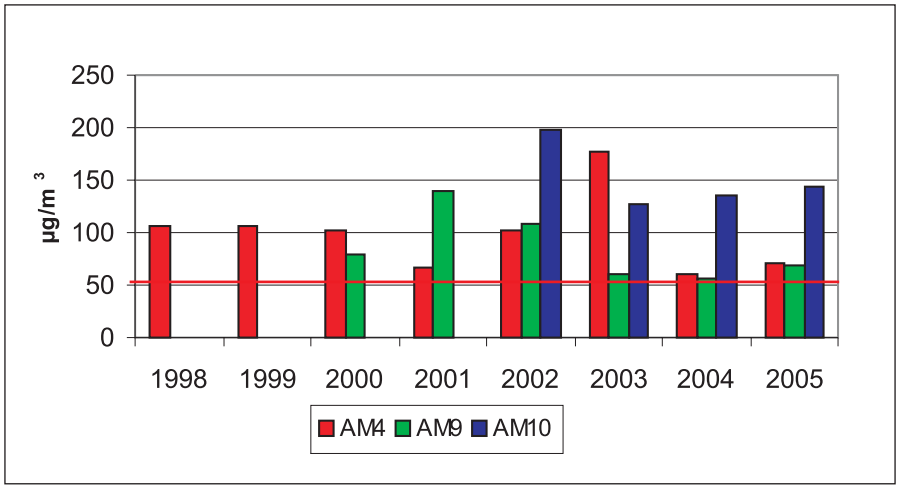
Ryc. 69. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie grzewczym na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005



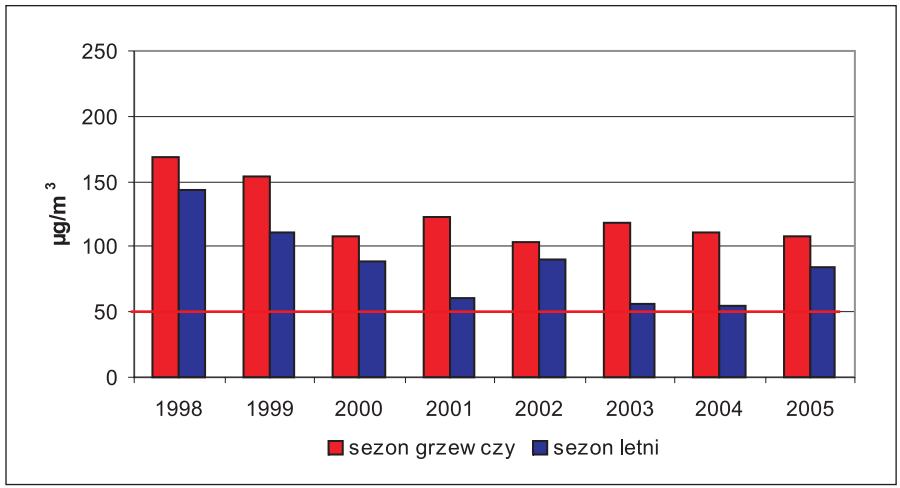
Ryc. 70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie letnim na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005



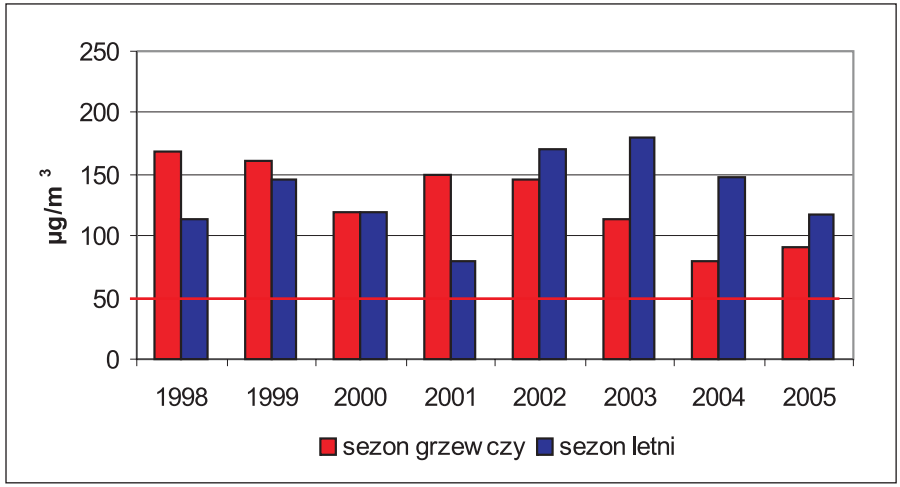
Ryc. 71. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie grzewczym na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005



Ryc. 72. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie letnim na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005



Ryc. 73. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacji w Sopocie za lata 1998-2005



Ryc. 74. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacji w Tczewie za lata 1998-2005

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 dla pyłu PM10 były przekraczane. Jedynie w stacji AM1, AM2 i AM5 percentyl 90,1 był niższy od wartości dopuszczalnej.

Tabela 28. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM10

Stacja	Wartość percentyla [$\mu g/m^3$]					
	percentyl 90,1			percentyl 97,8		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
AM 1 - Gdańsk Śródmieście	55,5	42,8	33,2	80,9	61,7	58,1
AM2 - Gdańsk Stogi	47,6	39,4	43,6	66,0	61,0	63,9
AM 3 - Gdańsk Nowy Port	78,3	53,9	69,8	127,0	81,3	104,7
AM 4 - Gdynia Pogórze	63,7	46,7	54,3	92,8	73,9	69,7
AM 5 - Gdańsk Szadółki	41,3	33,6	40,2	58,3	52,0	57,8
AM 6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	50,4	42,3	55,5	73,3	59,3	83,1
AM 7 - Tczew ul.Targowa	93,6	56,6	60,3	124,3	82,9	85,3
AM 8 - Gdańsk Wrzeszcz	78,3	54,8	68,2	108,2	84,9	108,6
AM 9 - Gdynia Redłowo	59,9	43,0	57,6	88,9	74,6	90,3
AM 10 - Gdynia Śródmieście	89,7	76,5	80,9	129,5	106,4	115,2
Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu g/m^3$]	50					

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

4.4. Tlenek węgla

Dla tlenku węgla normowane są poziomy stężeń 8–godzinnych wyliczanych krocząco.
Dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie wyniosło 33,95% normy dla obszaru (AM8) w okresie grzewczym i 21,4% dla Sopotu(uzdrowisko), również w okresie grzewczym.

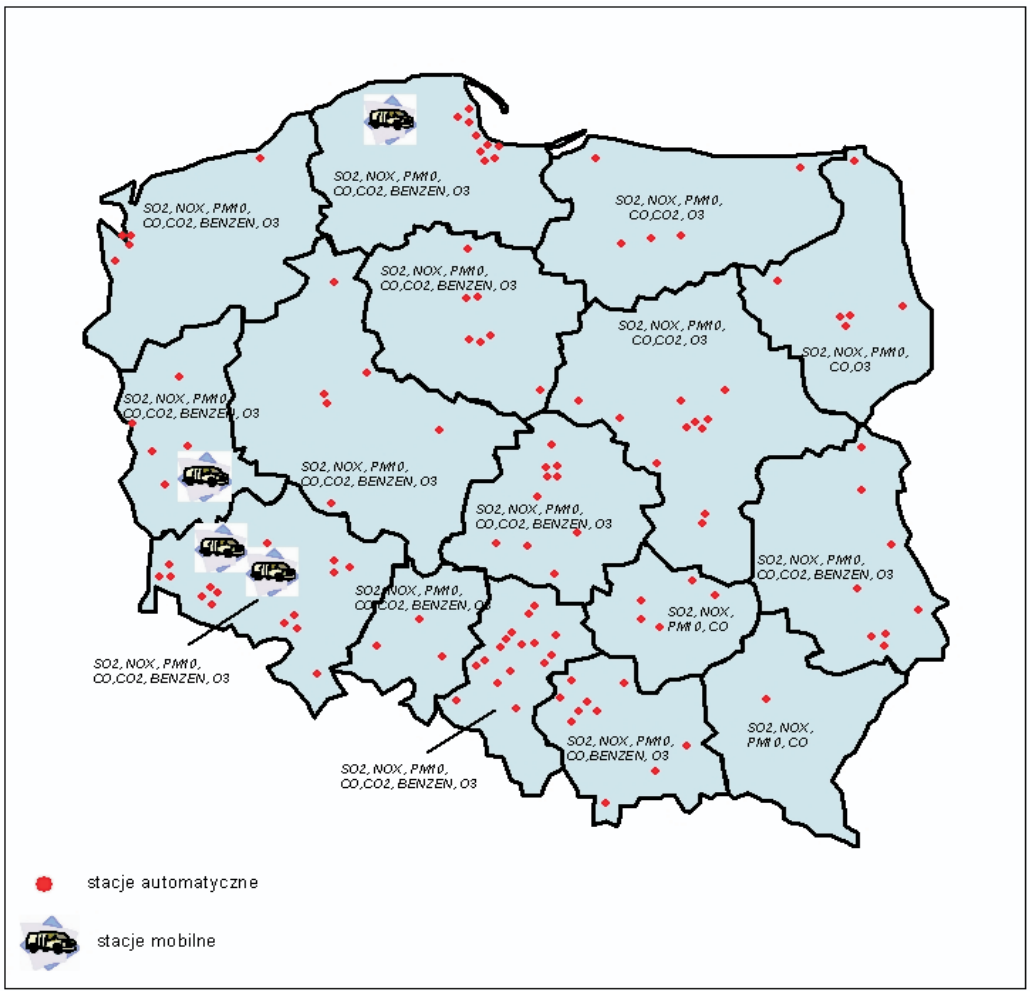
4.5. Ozon

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 notowano w sezonie letnim na wszystkich stacjach – AM4,AM5, AM8 i AM9. Łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła 3. Maksymalne stężenie osiągnęło wartość 135,6 $\mu g/m^3$ w dniu 16 lipca na stacji w Gdyni Redłowie.
Próg ostrzegania w roku 2005 nie wystąpił.

Reasumując: stan powietrza w roku 2005 na obszarze aglomeracji gdańskiej systematycznie poprawia się w zakresie zanieczyszczeń gazowych. Mimo wzrastajacej ilości samochodów emisja z komunikacji nie wzrasta progresywnie. Występuje natomiast problem z jakością powietrza w zakresie pyłu PM10, przy czym szczególnie niepokojący jest wzrastający trend w liczbie dni z przekroczeniami. Przy uwzględnieniu obowiązujących wszystkich kryteriów czystości powietrza: norm średniorocznych, średniodobowych, 1h oraz czasu występowania zadanych stężeń jakość powietrza w aglomeracji można uznać za więcej niż **dobrą** w stosunku do zanieczyszczeń gazowych, natomiast za niewiele więcej niż dostateczną w odniesieniu do pyłu PM10.

4.6. Wyniki pomiarów monitoringu automatycznego w Polsce w roku 2005

W roku 2005 w Polsce monitoring automatyczny prowadzony był we wszystkich województwach. Z większości sieci dane pomiarowe oraz podstawowe wielkości statystyczne dostępne były w sieci internetowej. Na podstawie tych informacji zaprezentowano poniższy opis.



Ryc. 75. Sieci automatycznego monitoringu w Polsce.

Tabela 29. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń w poszczególnych województwach

Stacja	SO_2 [$\mu g/m^3$]	NO_2 [$\mu g/m^3$]	PM10 [$\mu g/m^3$]
Czarna Góra (dolnośląskie)	-	4	-
Czarniawa (dolnośląskie)	-	8	8
Działoszyn (dolnośląskie)	9	-	20
Dzierżoniów (dolnośląskie)	11	-	35
Jelenia Góra – Cieplice (dolnośląskie)	9	17	34
Jeleniów (dolnośląskie)	13	16	17
Legnica (dolnośląskie)	12	22	*
Nowa Ruda (dolnośląskie)	13	19	53
Śnieżne Kotły (dolnośląskie)	-	-	-
Wałbrzych (dolnośląskie)	9	15	27
Wleń (dolnośląskie)	-	16	21
Wrocław – Karłowice (dolnośląskie)	7	24	*
Wrocław –Wiśniowa (dolnośląskie)	12	68	*
Zgorzelec (dolnośląskie)	11	-	17
Lublin ul. Ślwińskiego (lubelskie)	1,8	19,8	30,2
Gorzów Wielkopolski (lubuskie)	5	-	35
Smary Bytnickie (lubuskie)	-	-	*
Stacja Mobilna (lubuskie)	4	-	25
Słubice (lubuskie)	4	-	-
Wschowa (lubuskie)	7	-	*
Zielona Góra (lubuskie)	8	-	*
Kraków ul.Al.Krasińskiego (małopolskie)	16	63	87
Kraków ul.Krowodrza (małopolskie)	-	36	55
Kraków Nowa – Huta (małopolskie)	12	28	60
Nowy Sącz (małopolskie)	14	23	52
Olkusz (małopolskie)	16	36	39
Skawina (małopolskie)	16	28	49
Szymbark (małopolskie)	6	8	*
Tarnów (małopolskie)	-	-	-
Trzebinia (małopolskie)	25	23	51
Zakopane (małopolskie)	13	21	-
Rzeszów ul. Szopena (podkarpackie)	9	22	58
Bielsko – Biała ul. Kossak-Szuckiej 19 (śląskie)	-	26	21
Bytom ul. Modrzewskiego 5 (śląskie)	-	-	-

Stacja	SO_2 [$\mu g/m^3$]	NO_2 [$\mu g/m^3$]	PM10 [$\mu g/m^3$]
Chorzów autostrada A4 – węzeł Batory (śląskie)	23	42	31
Cieszyn ul. Mickiewicza (śląskie)	-	-	-
Częstochowa Al. AK/JPII (śląskie)	-	-	-
Częstochowa ul. Baczyńskiego 2 (śląskie)	-	26	-
Dąbrowa Górnicza ul. 1000-lecia 25 a (śląskie)	20	33	39
Gliwice ul. Mewy 34 (śląskie)	-	-	-
Katowice ul. Kossutha 6 (śląskie)	29	-	-
Rybnik ul. Borki 37 a (śląskie)	-	-	51
Sosnowiec ul. Narutowicza (śląskie)	-	-	-
Tychy ul. Tołstoja 1 (śląskie)	-	-	-
Wodzisław Śląski ul. Gałczyńskiego 1 (śląskie)	-	-	60
Zabrze ul. Skłodowskiej 34 (śląskie)	-	-	-
Złoty Potok Leśniczówka , Kamienna Góra (śląskie)	-	11	-
Żywiec ul. Słowackiego 2 (śląskie)	-	-	-
Kielce ul. IX Wieków Kielc (świętokrzyskie)	3,3	11,9	32,1
Chęciny ul. Białego Zagłębia (świętokrzyskie)	8	7,5	45,8
Małgoszcz (świętokrzyskie)	22,1	19,1	28,5
Nowiny (świętokrzyskie)	*	*	35,2
Konin ul. Wyszyńskiego (wielkopolskie)	18	13,9	19,6
Mścigniew Gm. Właszkowice (wielkopolskie)	19,3	33,6	*
Krzyżówka Gm. Witkowo (wielkopolskie)	4	5,8	*
Piła ul. Kusocińskiego (wielkopolskie)	-	12,9	*
Poznań 2 Ogród botaniczny (wielkopolskie)	5,2	26,5	30,3
Szczecin ul. Andrzejwskiego (zach.-pomorskie)	1,6	15	23
Szczecin ul. Piłsudskiego (zach.-pomorskie)	2,9	31	37
Widuchowa (zach.-pomorskie)	1,3	8	*
Szczecin ul. Łączna (zach.-pomorskie)	1,4	10	20
Koszalin (zach.-pomorskie)	-	-	-

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

4.7. Sieci monitoringu automatycznego w krajach Europy

We wszystkich krajach Unii Europejskiej, a także w krajach aspirujących utworzone zostały sieci monitoringu automatycznego. Zasady działania począwszy od lokalizacji stacji pomiarowej poprzez politykę zapewnienia jakości , wymianę informacji oraz sposoby prezentacji zostały ustanowione w odpowiednich dokumentach i realizowane w ramach jednolitej struktury EOINET – Europejska Sieć Informacji i Obserwacji Środowiska, będącej częścią Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska. Komplet informacji o działalności tej instytucji znajduje się na stronie http://etc-acc.eionet.europa.eu/.

Organizowane są również systematycznie spotkania robocze poświęcone wymianie informacji oraz doświadczeń i prezentacji dorobku poszczególnych sieci. W roku 2005 spotkanie robocze:10th EIONET Workshop on Air Quality Management and Assessment odbyło się w Wilnie w dniach 10 do 17 października. Komplet materiałów z tego spotkania dostępny jest w internecie.

Porównanie wyników pomiarów z różnych miast europejskich przedstawiono poniżej:

Tabela 30. Porównanie stężeń średniorocznych i średniodobowych

Substancja	Przeciętne stężenie średnioroczne [$\mu g/m^3$]				Maksymalne stężenie średniodobowe [$\mu g/m^3$]		
	Gdańsk	Paryż	Dortmund	Kopenhaga	Gdańsk	Paryż	Kopenhaga
SO_2	8	8	6	4	32	38	
NO_2	21	44	35	22		103	
PM10	33	22	27	19	144	59	53
O_3	45	38		48	123*	168*	119*
CO	461			300	4410*		1106*
Benzen	2	4	4				

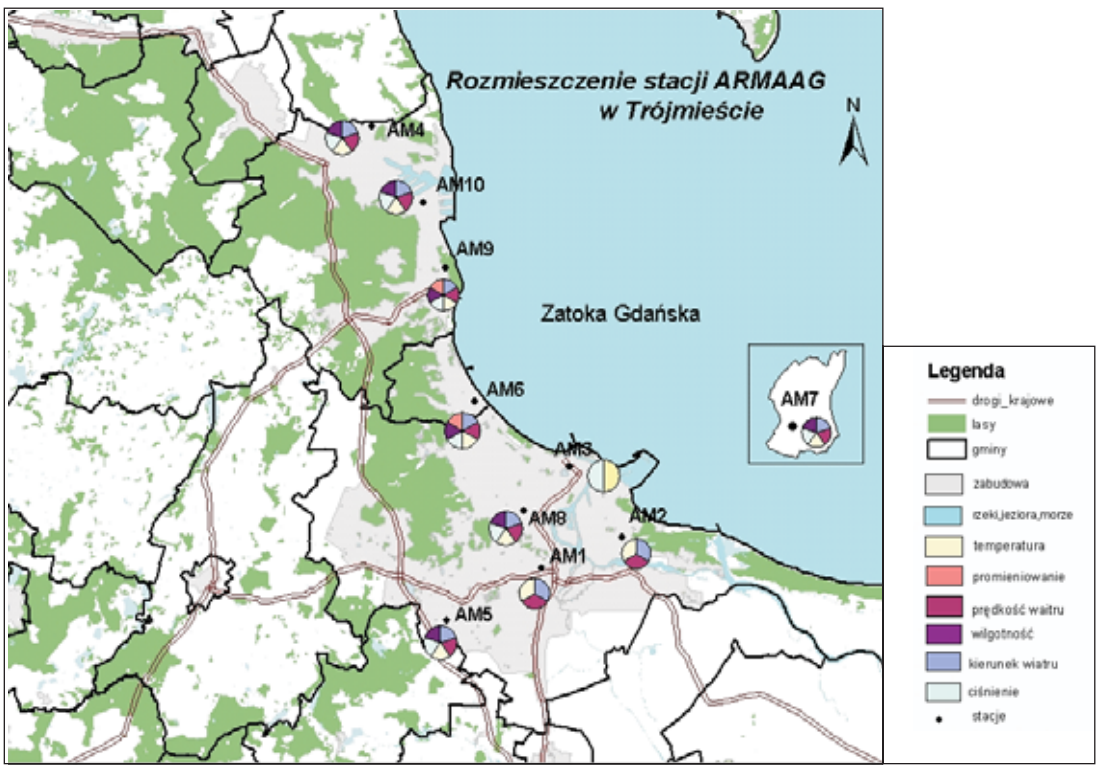
** maksymalne stężenie 8h*

Tabela 31. Porównanie stężeń chwilowych

Substancja	Maksymalne stężenie 1h [$\mu g/m^3$]			
	Gdańsk	Paryż	Dortmund	Kopenhaga
SO_2	102	207	245	66
NO_2	453	198	191	93
PM10	312	134		
O_3	132	200		127
CO	5818			2140
Benzen	15	22		

5. WARUNKI METEOROLOGICZNE

Równolegle z pomiarami stężeń substancji zanieczyszczających prowadzone były w 2005 roku pomiary podstawowych elementów meteorologicznych : ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, kierunku i prędkości wiatru.
Pomiary meteorologiczne są niezbędne ze względu na ich duży wpływ na dyspersję zanieczyszczeń powietrza. Większość stacji mierzy wyżej wymienione elementy meteorologiczne wyjątek stanowią stacje AM1, AM2 i AM3, które posiadają zmniejszony program pomiarowy, z kolei stacje AM6 i AM9 mają zwiększony program pomiarowy o natężenie promieniowania bezpośredniego. Lokalizacja stacji i zakres przedstawiono na poniższej rycinie (ryc.76). Należy pamiętać, że rozmieszczenie stacji jest dostosowane do pomiaru zanieczyszczeń i nie zawsze jest reprezentatywne w odniesieniu do pomiaru elementów meteorologicznych.
Pomiary parametrów meteorologicznych rejestrowane są co 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.32), dłuższe nieprawidłowości w funkcjonowanie czujników kierunku i prędkości wiatru wystąpiły na stacji AM1 Gdańsk Śródmieście.



Ryc. 76. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście

Tabela 32. Sprawność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2005 roku

Stacja	temperatura	kierunek wiatru	prędkość wiatru	ciśnienie	wilgotność
AM1 - Gdańsk Śródmieście	92,3	25,0*	25,0*	-	-
AM2 - Gdańsk Stogi	98,3	88,5	81,8	-	-
AM3 - Gdańsk Nowy Port	96,7	-	-	96,6	-
AM4 - Gdynia Pogórze	75,3	93,6	93,6	70,9	75,3
AM5 - Gdańsk Szadółki	93,8	93,7	93,7	64,8	93,8
AM6 - Sopot ul. Bitwy p.Płowcami	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4
AM7 - Tczew ul.Targowa	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	97,2	97,2	97,2	97,2	97,2
AM9 - Gdynia Pogórze	99,8	99,8	98,2	98,2	99,7
AM10 - Gdynia Śródmieście	100	91,3	91,3	100	99,8

** w tym sezon grzewczy 7,1 % ,a letni 49,2 %*

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

5.1. Średnie i ekstremalne wartości niektórych parametrów meteorologicznych

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

Tabela 33. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim.

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	-	-	1,5	14,5	-	-	-	-
AM2	-	-	2,5	13,7	-	-	2,8	2,6
AM3	-	-	1,4	13	-	-	-	-
AM4	1003,8	1004,6	3,4	13,7	84,8	73,8	2,3	1,8
AM5	1004,6	1003,1	2	14,3	83,7	72,2	3,3	2,7
AM6	1011,8	1011,6	3,5	15	84,7	77,7	2,2	1,7
AM7	1010,1	1009,5	1,1	13,4	91,3	77,9	2,6	2,1
AM8	1010,8	1010,9	3,1	15	83,7	72,7	2,1	1,4
AM9	1005	1005,5	3,2	14,6	85,8	76,1	2,7	2
AM10	1016	1015,9	3	14,2	78,9	71,5	2,6	1,6

Tabela 34. Wartości ekstremalne średnidobowe wybranych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim.

Stacja	ciśnienie [hPa]		temperatura [°C]		wilgotność [%]		prędkość wiatru [m/s]	
	max	min	max	min	max	min	max	min
AM1	-	-	21,5	-6,3	-	-	-	-
AM2	-	-	22,8	-6,7	-	-	8,7	0,8
AM3	1035,8	976,2	20,7	-7,5	-	-	-	-
AM4	1026,7	969,2	22,7	-4,8	99,9	36,8	5,3	0,4
AM5	1023,4	973,1	22,6	-7,3	97,6	41,3	8,3	0,9
AM6	1035,7	976,4	23,6	-5,6	99,4	46,7	5,4	0,7
AM7	1033,8	975,1	21	-7,5	99,9	45,9	7,7	0,6
AM8	1035,1	976,3	23	-6,1	99,8	48,9	6,3	0,3
AM9	1028	970,1	22,8	-5,6	99,8	37,5	7	0,4
AM10	1039,7	980,8	23,2	-4,1	99,7	43,8	7,3	0,5

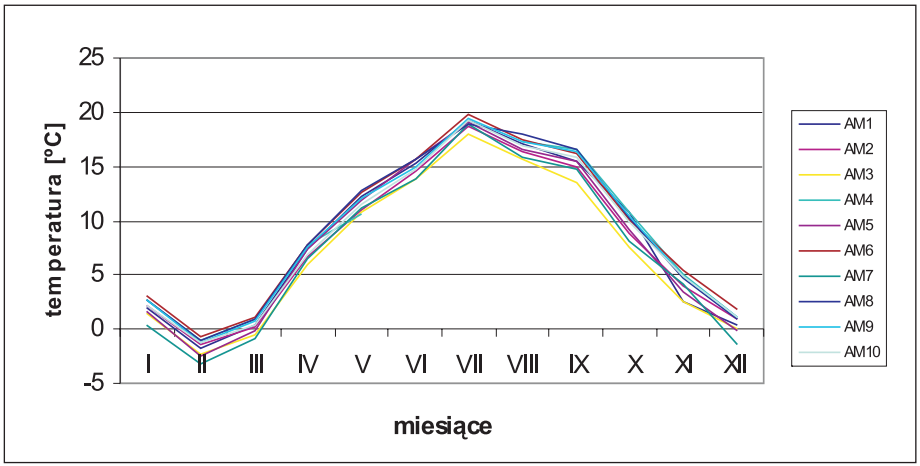
5.2. Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza

Średnia roczna temperatura została obliczona dla wszystkich stacji z wyjątkiem stacji AM4, gdzie brakuje wyników z dwóch letnich miesięcy. Najwyższa średnia roczna temperatura wystąpiła na stacji AM6 Sopot 9,3°C, a najniższa na stacjach AM 3 Gdańsk Nowy Port 7,4°C i AM 7 w Tczewie 7,5°C, co jest spowodowane lokalnymi warunkami położenia obu stacji. Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie (tab. 35). Średnie roczne temperatury były zbliżone do zeszłorocznych wartości różniąc się od 0,1 do 0,4°C.
Amplituda roczna temperatury powietrza wahała się od 17,9°C do 20,2°C, osiągając najwyższe wartości na stacji AM7 w Tczewie, co świadczy o większym kontynentalizmie klimatu tej stacji.

Tabela 35. Średnie miesięczne i roczne temperatury w [°C] powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
AM1	2	-1,8	0,3	7,5	12,3	15,3	19,2	17,1	15,5	10,8	2,5	0,5	8,5
AM2	2,2	-1,5	0,2	6,6	11	14,5	18,7	16,3	15	8,8	4	0,9	8
AM3	1,5	-2,3	-0,4	5,9	10,8	13,8	18	15,6	13,5	7,7	2,6	0,1	7,4
AM4	2,8	-1	0,9	7,8	10,7	-	-	17,3	16,6	10,9	5	1,2	-
AM5	1,6	-2,5	-0,2	7,4	11,8	15,6	19,1	16,6	15,5	9,2	3,4	-0,1	8
AM6	3	-0,7	1,1	7,8	12,7	15,6	19,7	17,5	16,3	10,1	5,3	1,9	9,3
AM7	0,3	-3,2	-0,9	6,5	11,2	13,9	18,8	15,8	14,7	8	4,1	-1,4	7,5
AM8	2,8	-1,1	0,9	7,8	12,7	15,6	19	18	16,6	10,2	4,7	0,9	9
AM9	2,7	-1,1	0,8	7,6	12	14,9	19,5	17,2	16,4	10,5	4,8	1,1	8,9
AM10	2,1	-1,2	0,4	6,8	11,6	14,8	19,3	16,9	15,8	10	4,8	1,1	8,6

Jak pokazuje poniższy wykres przebiegi średnich miesięcznych temperatur na stacjach są zbliżone. Najzimniejszym miesiącem w 2005 roku był luty. Średnia miesięczna dla tego miesiąca osiągnęła najniższe wartości na stacji AM 7 w Tczewie -3,2°C, a najwyższa na stacji AM4 Gdynia Pogórze -1,0°C (ryc.77 i tab.35). Najcieplejszym miesiącem w tym roku był lipiec. Średnia miesięczna lipca osiągnęła najwyższe wartości na stacjach AM6 Sopot 19,7°C i AM9 Gdynia Redłowo 19,5°C, natomiast najniższe wartości wystąpiły na stacji AM 3 Gdańsk Nowy Port 18,0°C.



Ryc. 77. Średnie miesięczne temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

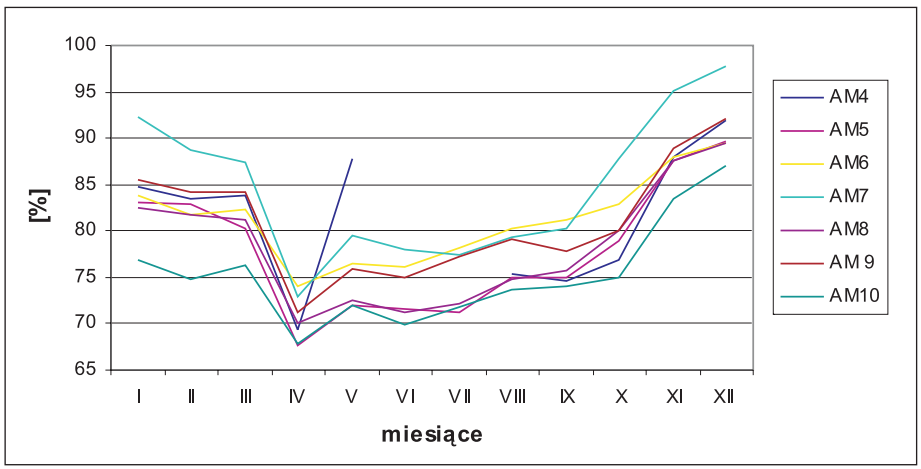
Maksymalne terminowe wartości temperatur przekroczyły 30°C na większości stacji (tab.36) 25 czerwca, osiągając najwyższą wartość tego dnia na stacji AM6 w Sopocie 32,6°C. Najniższe spośród terminowych odnotowano na stacji AM2 Gdańsk Stogi -14,4°C w dniu 2 lutego.

Tabela 36. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	Maksimum terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM1	31,8	25.06	-10,6	08.02
AM2	31,3	25.06	-14,4	05.03
AM3	30,1	25.06	-12,3	08.02
AM4	29,6	08.09	-9	08.02
AM5	30,6	25.06	-13,1	08.02
AM6	32,6	15.07	-10,4	08.02
AM7	29,9	25.06	-12,5	03.03
AM8	31,5	25.06	-10,7	08.02
AM9	31,5	25.06	-10,1	08.02
AM10	31,4	25.06	-9,6	05.03

Przebieg wilgotności względnej przedstawia ryc.78. Najwyższe średnie roczne wartości wilgotności wystąpiły na stacji AM7 w Tczewie, a najniższe na stacji AM 10 Gdynia Śródmieście.

Na stacji AM4 nie obliczono wartości średniej ze względu na brak danych w lipcu i sierpniu.
Najniższe wartości wystąpiły w kwietniu na wszystkich stacjach. Najniższa wartość średnia miesięczna w kwietniu wystąpiła na stacji AM5 i wyniosła 67,7 %.
W przebiegu rocznym wilgotności względnej można zauważyć maksimum zimowe i dwa minima: wiosenne i wczesno jesienne.



Ryc. 78. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej odnotowano w kwietniu na wszystkich stacjach wahały się od 17 -24 % (tab.37). Najniższa terminowa wartość wilgotności względnej wystąpiła na stacji AM 7 w Tczewie i wyniosła 17,9 %.

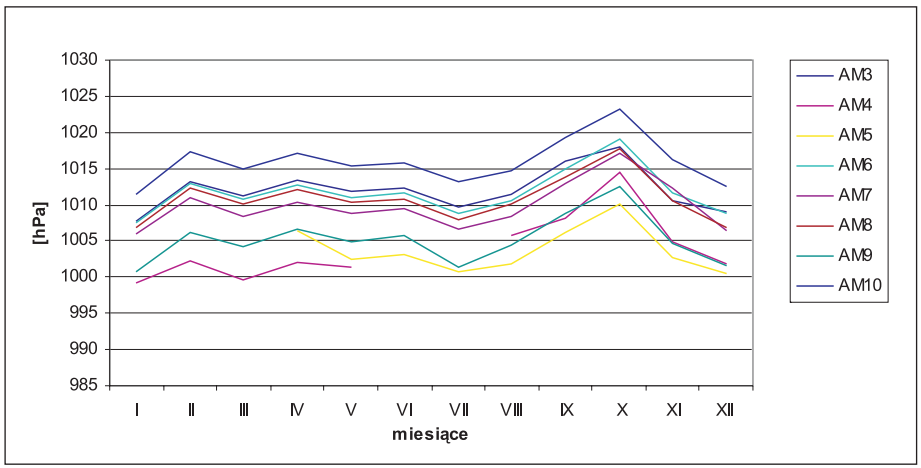
Tabela 37. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	Minimum terminowe	Data
AM4	24,2	04.04
AM5	23,7	02.04
AM6	22,3	04.04
AM7	17,9	03.04
AM8	23,7	04.04
AM9	24,5	04.04
AM10	22,2	04.04

5.3. Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne było mierzone na ośmiu stacjach, jednak ze względu na brak danych w niektórych miesiącach na stacjach AM4 i AM5 nie obliczono średniej rocznej. 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 1015,9 hPa, a najniższa na stacji AM9 Gdyni 1005,2 hPa. Na pozostałych stacjach wystąpiły wartości pośrednie.



Ryc. 79. Średnie miesięczne ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji w 2005 roku.

Najwyższe miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego wystąpiły w październiku wahając się od 1023 hPa na stacji AM 10 do 1010,2 hPa na stacji AM5. Natomiast minimalne wartości wystąpiły w lipcu i w marcu.

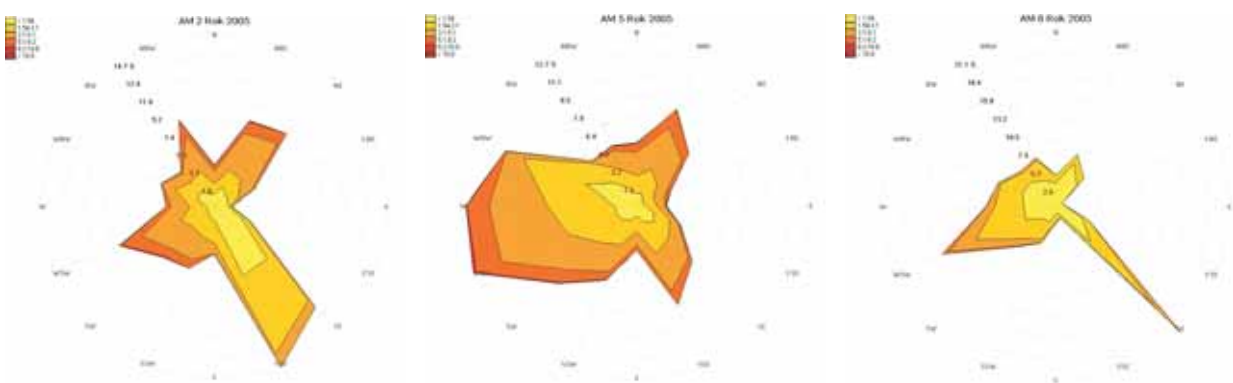
Przy wartościach ekstremalnych nie wzięto pod uwagę stacji AM4 i AM5 ze względu na braki w danych . Najniższe wartości terminowe ciśnienia odnotowano na stacji AM10 1040,2 hPa dnia 7 lutego, a najniższe na stacji AM9 963,7 hPa 21 stycznia (tab. 38).

Tabela 38. Maksymalne i minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	Maksimum terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM3	1036,4	07.02	969,8	21.01
AM6	1036,5	07.02	969,9	21.01
AM7	1034,9	07.02	968,9	21.01
AM8	1036	07.02	969,6	21.01
AM9	1029,7	07.02	963,7	21.01
AM10	1040,2	07.02	973,2	21.01

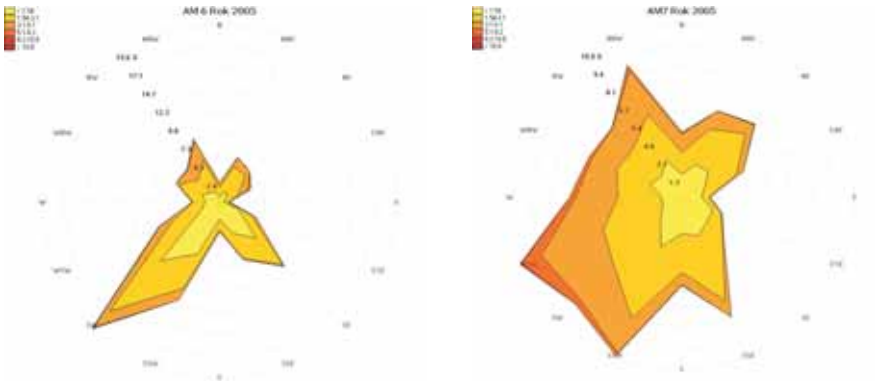
5.4. Kierunek i prędkość wiatru

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.



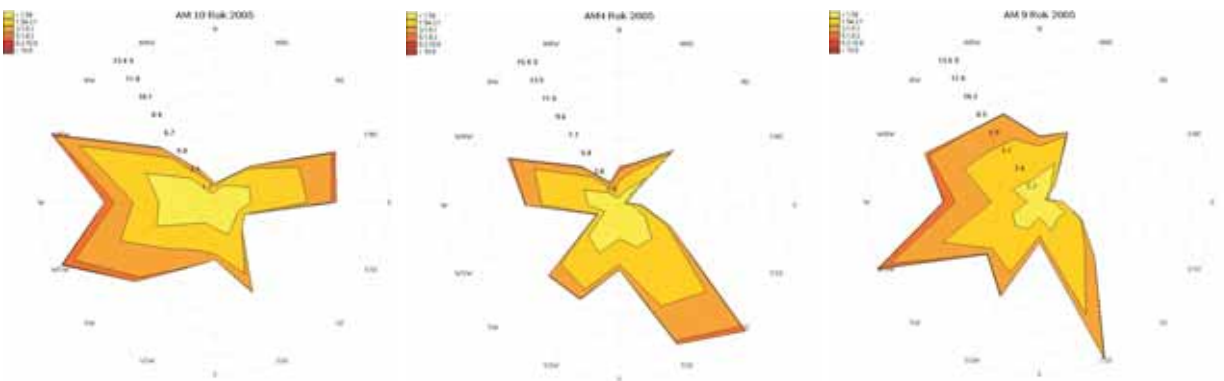
AM2 AM5 AM8

Ryc. 80. Roczne róże wiatrów na stacjach AM2 i AM5 oraz AM8 .



AM6 AM7

Ryc. 81. Roczne róże wiatrów na stacjach AM6 Sopot i AM7 Tczew .



AM10 AM4 AM9

Ryc. 82. Roczne róże prędkościowo- kierunkowe na stacjach AM10, AM 4 oraz AM9.

W roku 2005 na poszczególnych stacjach gdańskich kierunki wiatru były zróżnicowane.
Na stacjach AM5 dominował kierunek zachodni, natomiast na stacji AM2 i AM8 południowo-wschodni. Na stacjach AM6 i AM7 dominował z kolei wiatr z sektora południowo-zachodniego.
Również w Gdyni kierunki są zróżnicowane na poszczególnych stacjach. Na stacji AM4 dominuje kierunek południowo-wschodni, natomiast na stacji AM10 kierunek z sektora północno-zachodniego, a na AM9 południowo-zachodni (ryc. 80-82).
W sezonie grzewczym wiatr miał podobny przebieg jak dla roku. W sezonie letnim na stacji AM2 wiatr zmienił kierunek z SE na NE i NNE, na stacji AM4 i AM9 pojawiły się wiatry sektora WNW, a na stacji AM10 z sektora ENE (tab. 39).
Średnia roczne prędkość wiatru waha się od 1,8 m/s na stacji AM8 do 3,0 na stacji AM 5 (tab. 39). Stacja AM5 wyróżniała się największymi prędkościami średnimi miesięcznymi, co wynika z jej lokalizacji na peryferiach Gdańska. Mniejsze prędkości wiatru występują od maja do września na wszystkich stacjach i są rzędu 1 -2 m/s, a najmniejsze prędkości wystąpiły we wrześniu. Większe prędkości występują od listopada do marca 2-3,5 m/s, a największe odnotowano w miesiącach zimowych.

Tabela 39. Dominujące kierunki wiatrów na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	rok		Sezon grzewczy		Sezon letni	
	Dominujący kierunek	[%] wyników	Dominujący kierunek	[%] wyników	Dominujący kierunek	[%] wyników
AM2	SSE	14,9	SSE	21,2	NE	10,8
	SE	12,3	SE	16,3	NNE	9,6
AM4	SE	15,4	SE	17,1	SE	13,4
	SSE	13	SSE	16,4	WNW	12,1
AM5	WSW	12,7	WSW	11,3	WSW	14,2
	W	12,3	W	11,6	W	13
AM6	SW	19,6	SW	14,6	SW	24,5
			SE	14,42		
AM7	WSW	10,8	SSW	12,3	WSW	12,1
	SSW	10,5	SW	10,9	NNW	10,7
AM8	SE	21,6	SE	29,1	WSW	14,5
	WSW	14,7	WSW	14,9	SE	12,8
AM9	WSW	13,4	SSE	18,1	WSW	12,9
	SSE	12,9	WSW	13,8	WNW	10,6
AM10	WNW	13,5	WNW	12,3	WNW	14,8
	WSW	12,6	WSW	11,6	ENE	12,3

Tabela 40. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG w 2005 roku

stacje	AM1	AM2	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10
I	-	-	2,2	4,1	2,5	3,6	2,7	3,3	3,4
II	-	-	2,2	3,3	2,5	2,6	2,1	2,5	2,7
III	-	3,4	2	3,2	2,5	2,8	2	2,5	2,6
IV	-	2,9	1,9	3,4	2,2	2,6	1,7	2	2,3
V	-	2,5	1,7	2,8	1,7	2,2	1,5	1,9	1,6
VI	-	2,8	2	2,7	1,8	2,4	1,5	2,2	1,2
VII	1,4	2,6	1,7	2,8	1,6	1,9	1,4	2,1	1,4
VIII	1,8	2,8	1,6	2,7	1,6	2,1	1,4	2	1,5
IX	1,5	2	1,8	2,1	1,4	1,5	1,1	1,8	1,7
X	-	2,2	2,5	2,5	1,6	1,9	1,5	2,3	1,9
XI	-	2,6	2,3	3,2	1,8	2,6	2,1	2,6	2,2
XII	-	3	2,6	3,4	2,4	2,1	2	2,8	2,6
ROK	-	2,7	2,1	3	2	2,3	1,8	2,4	2,1

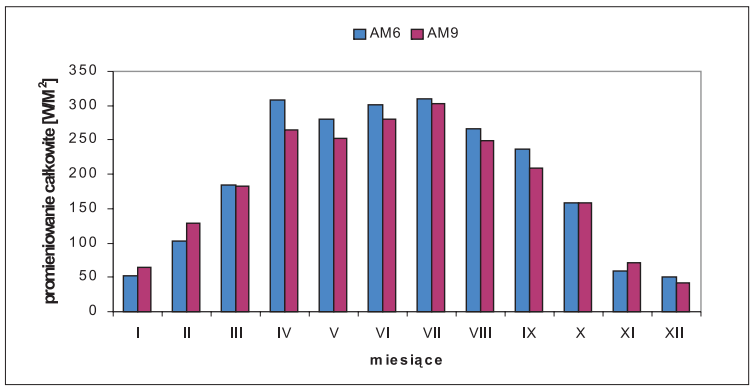
Najwyższa terminowa prędkość wiatru wystąpiła na stacji AM2 dnia 8 sierpnia i wyniosła 11,2 m/s (tab.41).

Tabela 41. Maksymalne terminowe prędkości wiatrów na stacjach ARMAAG w 2005 roku.

Stacja	Maksimum terminowe	Data	Minimum terminowe	Data
AM2	11,2	10.08	5,1	10.08
AM4	8,3	12.02	3,7	12.02
AM5	10,9	08.01	4,4	08.01
AM6	7,4	09.01	3,4	09.01
AM7	11,1	09.01	4,9	09.01
AM8	8,9	09.01	4,1	09.01
AM9	10,1	09.01	3,8	09.01
AM10	11	09.01	4,9	09.01

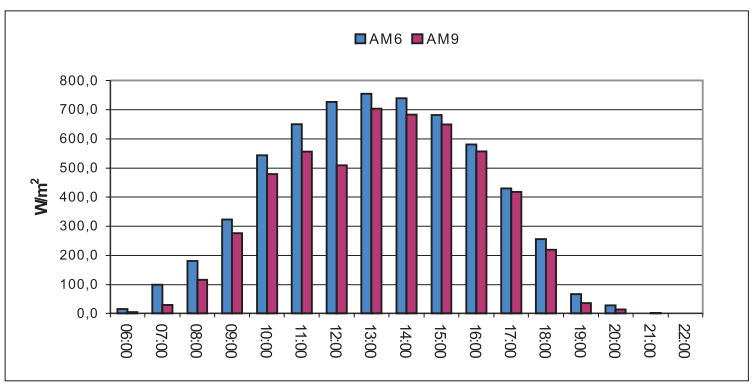
5.5. Natężenie promieniowania bezpośredniego

Pomiary natężenia promieniowania bezpośredniego prowadzone były na dwóch stacjach. Najwyższe średnie wartości wystąpiły w lipcu osiągając wartość 309,2 W/m^2 w Sopocie (AM6) i 303 W/m^2 w Gdyni Redłowie (AM9), drugie maksimum wystąpiło w kwietniu kiedy na obu stacjach wystąpiły wysokie wartości średnie miesięczne. Najniższe średnie miesięczne wystąpiły w grudniu, osiągając wartości: dla Sopotu 50,4 w/m^2 i 41,1 W/m^2.



Ryc. 83. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach AM6 w Sopocie i AM9 w Gdyni Redłowie w 2005 roku.

Maksymalne średniodobowe natężenie promieniowania słonecznego odnotowano 22.04 i wyniosło 405 W/m^2 w Sopocie i w Gdyni Redłowie 328,6 W/m^2 (ryc. 84).



Ryc. 84. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia Redłowo) w dniu 22 kwietnia 2005.

6. INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA

Przedstawienie stanu jakości powietrza poprzez zobiektywizowany indeks jakości powietrza określony w bezwymiarowych jednostkach i umownej skali opisowej (np. bardzo dobry, dobry, dostateczny, zły, bardzo zły) w miejsce zrozumiałych jedynie dla fachowców wartości w jednostkach fizycznych ($\mu g/m^3$) jest praktyczną realizacją idei dostarczenia społeczeństwu jasnej i czytelnej informacji o środowisku wyrażonej w znowelizowanej Ustawie Prawo Ochrony Środowiska wraz z odpowiednimi Rozporządzeniami Ministra Środowiska, Dyrektywach Unii Europejskiej i konwencji z Aarhus z dnia 25 czerwca 1998 r. o dostępie do informacji.

Indeks jakości powietrza to wskaźnik dla przekazywania codziennych informacji na temat stanu powietrza. Definiuje stan powietrza w skali opisowej i graficznej. Mówi jak czyste, lub jak zanieczyszczone, jest powietrze w okolicy, oraz na jakie problemy zdrowotne z owym zanieczyszczeniem związane powinien być przygotowany obywatel.

Informacje na temat indeksu w różnych częściach świata przekazywane są w sposób prosty tak ,aby trafiały do szerokiego kręgu odbiorców. Większość stron internetowych sieci monitoringowych pokazuje indeks bieżący a część z nich prognozę indeksu.

Indeks jakości powietrza w aglomeracji i Tczewie wyznaczany był na podstawie pomiarów dla: tlenku węgla, dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, pyłu PM10, ozonu.

Na podstawie szeregu prac porównujących różne sposoby obliczania indeksu przyjęto następujący algorytm wyznaczania indeksu pomiarowego:

$$AQI = \frac{SO_2\ 24h}{125} + \frac{NO_2\ 24h}{200} + \frac{PM10\ 24h}{50} + \frac{CO\ 24h}{10000} + \frac{O_3\ 1h\ max.}{120}$$

Bieżący indeks pomiarowy obliczany jest codziennie rano na podstawie wstępnie zweryfikowanych serii pomiarowych i umieszczany w postaci znaku graficznego „atmoludka" o odpowiednim kolorze.

Celem wybrania najbardziej odpowiedniego dla obszaru aglomeracji indeksu dla okresu pomiarowego 2000-2005 wyznaczono indeksy dla wybranych stacji sieci ARMAAG. Indeks wyliczono dla następujących zanieczyszczeń: SO_2 (max.1 h), NO_2 (max.1 h), PM10 (max.1 h) oraz dla benzenu (max.1 h) .Indeks obliczono z maksimów dla sezonu grzewczego i letniego oraz dla roku dla sześciu stacji a mianowicie: Gdynia Pogórze (AM 4), Gdynia Śródmieście (AM10), Sopot (AM6), Gdańsk Wrzeszcz (AM8) i Gdańsk Szadółki (AM5) oraz Tczew (AM7). Wyróżniono 10 klas indeksu od bardzo dobrego (kolor jasno niebieski) po bardzo zły (kolor czerwony) (tab. 42).

Tabela 42. Dolne granice przedziałów dla indeksów poszczególnych zanieczyszczeń

Indeks	Stężenia $\mu g/m^3$			
	SO_2	NO_2	PM10	C_6H_6
Bardzo dobrze (1)	0	0	0	0
Bardzo dobrze (2)	40	30	20	1
Dobrze (3)	80	55	40	2
Dobrze (4)	120	85	80	4
Zadawalająco (5)	160	110	100	6
Dostatecznie (6)	200	135	120	9
Dostatecznie (7)	250	165	160	12
Źle (8)	300	200	200	15
Źle (9)	400	275	240	20
Bardzo źle (10)	500	400	280	30

Wyniki uwydatniają zróżnicowanie indeksu w zależności od lokalizacji stacji. Tabele (tab.43, 44, 45) prezentują wyliczony indeks z maksimów z lat 2000-2005 dla stacji AM4, AM5, AM6, AM7, AM8 oraz AM10 .

Tabela 43. Klasy indeksu dla SO_2 w latach 2001-2005.

SO_2	AM4	AM10[x]	AM5	AM8	AM6	AM7
2001	dobry	zły	dobry	dobry	zadowalający	b. dobry
2002	dostateczny	zły	dobry	dostateczny	dobry	b. dobry
2003	dobry	b. zły	dobry	dobry	dobry	dobry
2004	dostateczny	b. zły	b. dobry	dobry	b. dobry	b. dobry
2005	dobry	dostateczny	b. dobry	dobry	dobry	b. dobry
2001	dobry	zły	dobry	dobry	dobry	b. dobry
2002	dobry	zły	dobry	dostateczny	b. dobry	b. dobry
2003	dobry	dostateczny	dobry	dobry	b. dobry	b. dobry
2004	dobry	dobry	b. dobry	dobry	b. dobry	b. dobry
2005	b. dobry	b. zły	b. dobry	dobry	b. dobry	b. dobry
2001	dobry	dostateczny	dobry	dobry	zadowalający	b. dobry
2002	dostateczny	zły	b. dobry	dobry	dobry	b. dobry
2003	dobry	b. zły	b. dobry	dobry	dobry	b. dobry
2004	dostateczny	dostateczny	b. dobry	b. dobry	b. dobry	b. dobry
2005	dobry	zły	b. dobry	dobry	dobry	b. dobry

[x] *indeks dla benzenu*

Tabela 44. Klasy indeksu dla NO_2 w latach 2001-2005.

NO_2	AM4	AM10	AM5	AM8	AM6	AM7
2001	dobry	dobry	zadowalający	dostateczny	dobry	zadowalający
2002	dobry	zadowalający	zadowalający	zadowalający	dobry	dostateczny
2003	dobry	zły	zadowalający	zły	dobry	dobry
2004	dobry	dostateczny	dobry	b.zły	dobry	zły
2005	dobry	zadowalający	dobry	zadowalający	dobry	dostateczny
2001	dobry	dobry	dobry	dostateczny	dobry	zadowalający
2002	dobry	dobry	zadowalający	dobry	dobry	dostateczny
2003	dobry	dobry	dobry	dostateczny	dobry	dobry
2004	dobry	zadowalający	dobry	dobry	dobry	dostateczny
2005	dobry	zadowalający	dobry	dostateczny	dobry	dostateczny
2001	dobry	dobry	zadowalający	dostateczny	dobry	zadowalający
2002	dobry	zadowalający	dobry	zadowalający	dobry	dobry
2003	dobry	zły	zadowalający	zły	dobry	dobry
2004	dobry	dostateczny	dobry	b.zły	dobry	zły
2005	dobry	zadowalający	dobry	zadowalający	dobry	dobry

Tabela 45. Klasy indeksu dla PM10 w latach 2001-2005

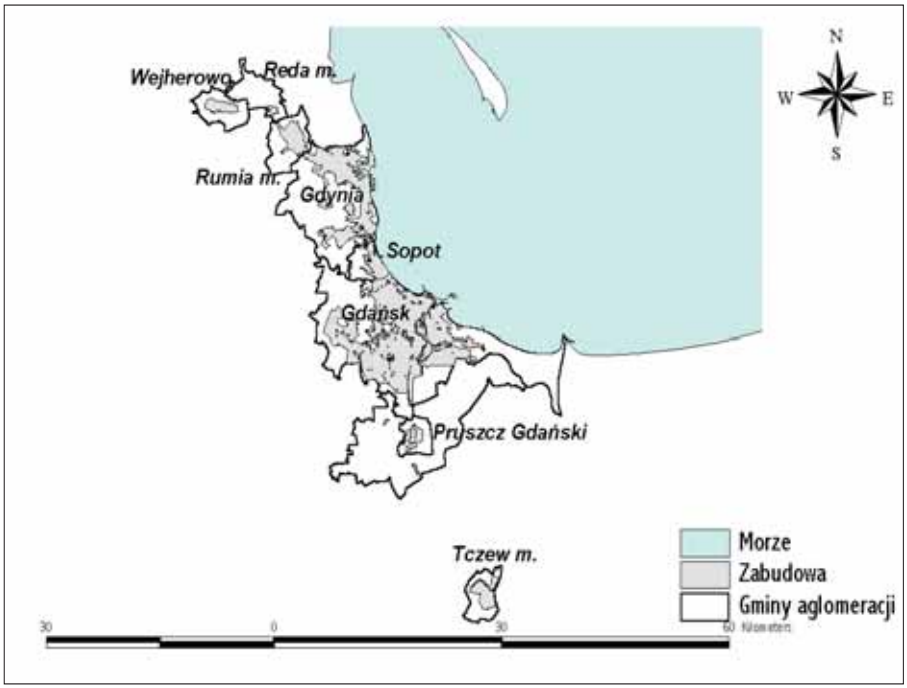
NO_2	AM4	AM10	AM5	AM8	AM6	AM7
2001	b.zły	b.zły	dostateczny	b.zły	b.zły	b.zły
2002	dostateczny	b.zły	dostateczny	zły	dostateczny	b.zły
2003	dostateczny	b.zły	dostateczny	dostateczny	zły	b.zły
2004	zły	b.zły	dostateczny	b.zły	zły	zły
2005	zły	b.zły	dostateczny	b.zły	b.zły	b.zły
2001	dostateczny	b.zły	dostateczny	zły	zły	b.zły
2002	dostateczny	b.zły	zły	dostateczny	dostateczny	b.zły
2003	dostateczny	b.zły	dostateczny	dostateczny	dostateczny	b.zły
2004	dostateczny	b.zły	dostateczny	b.zły	zły	dostateczny
2005	zły	b.zły	dostateczny	b.zły	b.zły	b.zły
2001	b.zły	b.zły	dostateczny	b.zły	b.zły	b.zły
2002	dostateczny	zły	zadowalający	zły	dostateczny	b.zły
2003	zadowalający	b.zły	dostateczny	dostateczny	zły	b.zły
2004	zły	b.zły	dostateczny	b.zły	dostateczny	zły
2005	dostateczny	b.zły	dostateczny	b.zły	zły	b.zły

Pod koniec 2005 roku rozpoczęto wdrażanie prognoz indeksu jakości powietrza. System prognoz oparty jest na obliczeniach stężeń zanieczyszczeń modelem CALMET / CALPUFF przy użyciu prognoz meteorologicznych z modelu ICM (Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego Uniwersytetu Warszawskiego) oraz bazy emisji punktowej, powierzchniowej oraz liniowej dla Aglomeracji Gdańskiej.
Model składa się trzech modułów: CALMET do obliczania pól meteorologicznych, CALPUFF do obliczania stężeń zanieczyszczeń na podstawie danych emisji punktowej, liniowej oraz powierzchniowej oraz CALPOST do sumowania obliczeń poszczególnych przebiegów.
Wyznaczanie indeksu odbywa się w oparciu o obliczone wartości stężeń godzinnych SO_2, NO_2, PM10 oraz C_6H_6. Wartościom tym nadawany jest indeks wg tabeli (tab. 46).

Tabela 46. Dolne granice przedziałów dla poszczególnych indeksów stężeń zanieczyszczeń

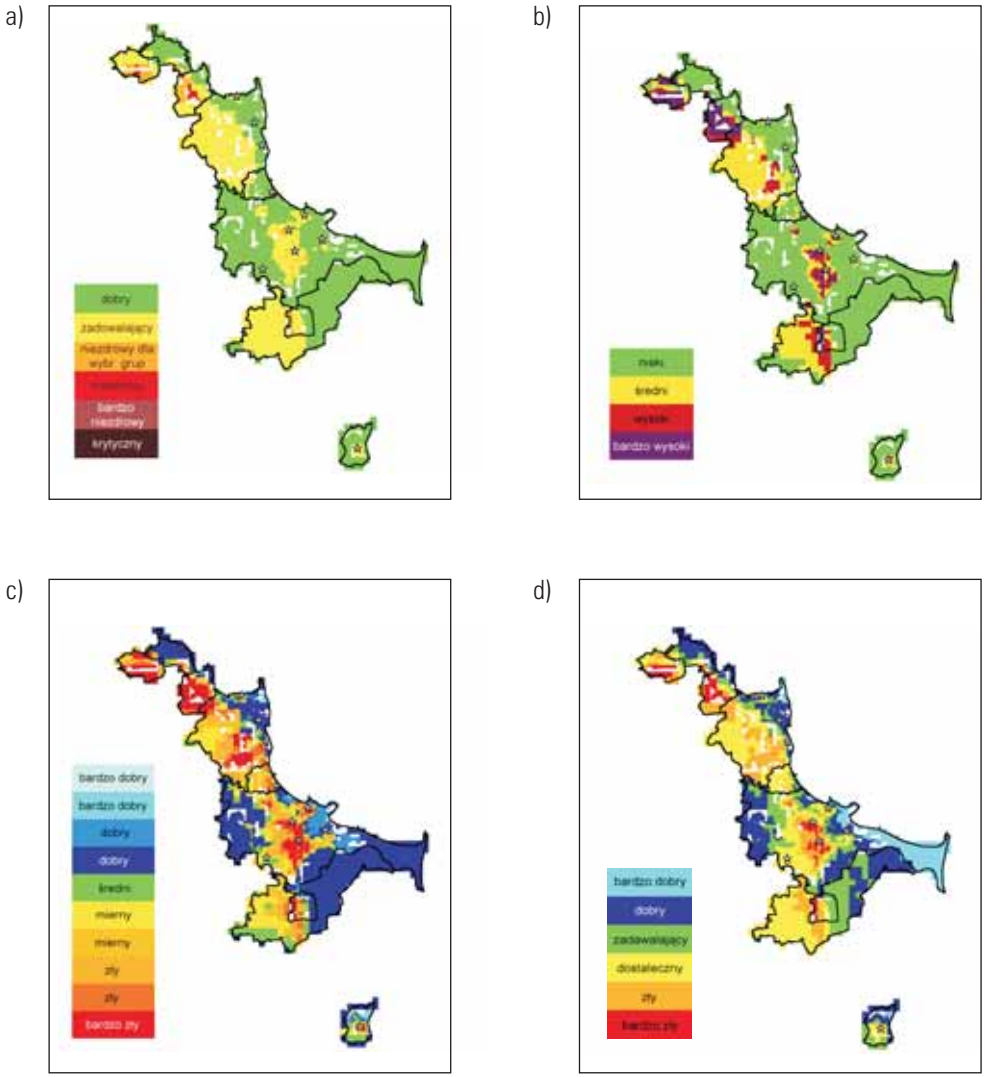
Indeks	Stężenia $\mu g/m^3$			
	SO_2	NO_2	PM10	C_6H_6
Bardzo dobrze (1)	0	0	0	0
Bardzo dobrze (2)	40	30	20	1
Dobrze (3)	80	55	40	2
Dobrze (4)	120	85	80	4
Zadawalająco (5)	160	110	100	6
Dostatecznie (6)	200	135	120	9
Dostatecznie (7)	250	165	160	12
Źle (8)	300	200	200	15
Źle (9)	400	275	240	20
Bardzo źle (10)	500	400	280	30

Podstawowym celem było opracowanie metody tworzenia przestrzennego indeksu jakości powietrza w aglomeracji trójmiejskiej i w mieście Tczewie wyznaczanego w oparciu o modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł punktowych (emitory technologiczne i energetyczne) oraz powierzchniowych i liniowych.
Po zaindeksowaniu wszystkich substancji wybiera się indeks ogólny – jest to największa wartość indeksu, która wystąpiła w danej godzinie w danym receptorze.



Ryc. 85. Obszar wyznaczania przestrzennego indeksu jakości powietrza

Wykonano obliczenia dla czterech sposobów obliczania indeksu. Rezultaty przedstawiono na mapach:



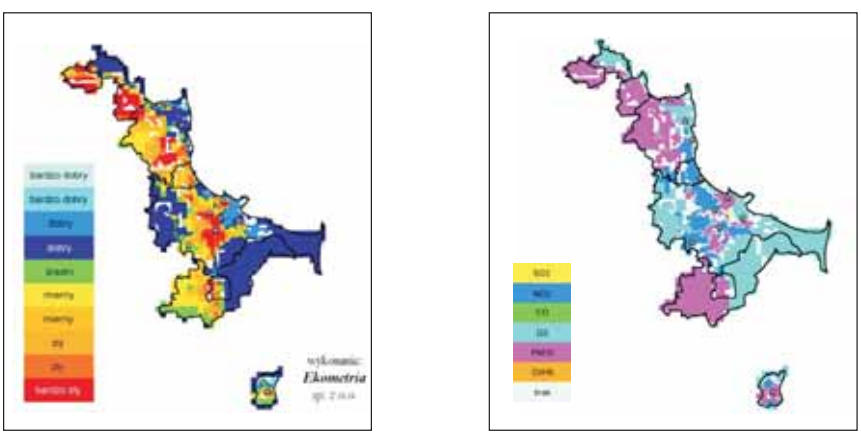
Ryc. 86. Indeks jakości powietrza dnia 4 marca 2005: a) amerykański, b) angielski ,c) francuski, d) niemiecki

6. INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA

Porównanie cech poszczególnych indeksów jednoznacznie wskazywało na największą przydatność w warunkach Trójmiasta indeksu francuskiego. Zarówno indeks amerykański jak i angielski są szczególnie wrażliwe na stężenia zdecydowanie „przesunięte" w kierunku silnych koncentracji. Brak jest ponadto w obu przypadkach jednoznacznego uzasadnienia górnych wartości histogramu. Dotyczy to również indeksu niemieckiego, którego wadami są ponadto uśrednienie 24h i brak indeksów cząstkowych. Na podstawie badań zaproponowano utworzenie autorskiego indeksu nazwanego EKO-AIR, w którym pył PM10 będzie analizowany w zakresie do wartości odniesienia 1h, czyli do 280 $\mu g/m^3$. Tak więc odpowiednia tabela przyjmuje postać:

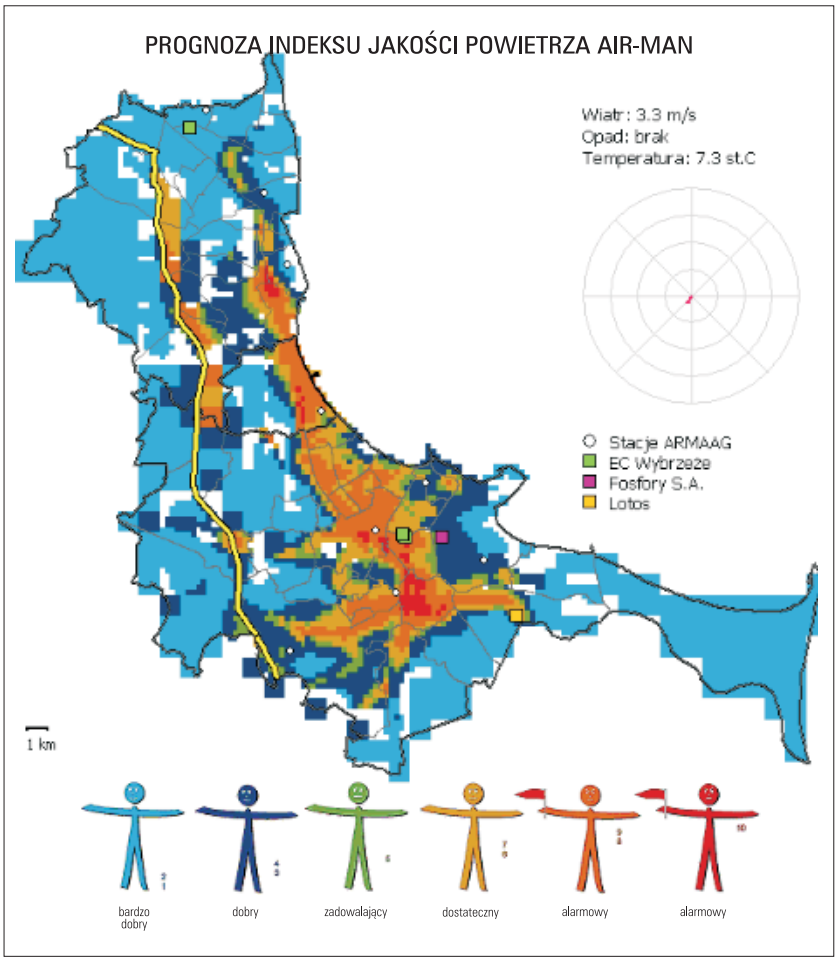
Tabela 47. Dolne granice przedziałów indeksu EKO-AIR dla poszczególnych zanieczyszczeń

Indeks		Maksymalna wartość 1h			
		SO_2 ($\mu g/m^3$)	PM10 ($\mu g/m^3$)	O_3 ($\mu g/m^3$)	NO_2 ($\mu g/m^3$)
1	Bardzo dobrze	0 - 39	0 – 25	0 - 29	0 - 29
2	Dobrze	40 -79	26 – 50	30 - 54	30 - 54
3	Dobrze	80 - 119	51 – 75	55 - 79	55 - 84
4	Dobrze	120 - 159	76 – 100	80 - 104	85 - 109
5	Przeciętnie	160 - 199	101 – 140	105 - 129	110 - 134
6	Zadowalająco	200 - 249	141 – 180	130 - 149	135 - 164
7	Zadowalająco	250 - 299	181 – 220	150 - 179	165 - 199
8	Źle	300 - 399	221 – 250	180 - 209	200 - 274
9	Źle	400 - 499	251 – 280	210 - 239	275 - 399
10	Źle	≥500	≥280	≥240	≥400



Ryc. 87. Indeks jakości powietrza EKO-AIR w dniu 4 marca 2005 wraz indeksem substancji dominującej

Pod koniec 2005 roku rozpoczęto wdrażanie 24 h prognoz indeksu i poszczególnych zanieczyszczeń.



Ryc. 88. Przykładowa prognoza

Literatura:

1. Paciorek M. , Paciorek M., Trapp W., Instrukcja obsługi do systemu prognoz krótkoterminowych indeksu stężeń zanieczyszczeń powietrza Auto3M, styczeń 2006, Gdańsk.
2. Pyta H., Przegląd indeksowania metod jakości powietrza , styczeń 2006.
3. Strony internetowe poszczególnych sieci monitoringowych:
   - aglomeracja paryska: http://www.airparif.asso.fr/
   - sieć angielska: http://www.airquality.co.uk/archive/index.php
   - sieć niemiecka: http://www.eurad.uni-koeln.de/index_e.html
   - sieć duńska: http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Miljoetilstand/3_luft/overview_en.asp
   - sieć belgijska: http://www.irceline.be/~celinair/english/homeen_java.html
   - sieć holenderska: http://www.lml.rivm.nl/data/smog/index.html
   - sieć norweska: http://www.luftkvalitet.info/
   - sieć grecka: http://forecast.uoa.gr/camxindx.html
   - sieć włoska: http://www.arpa.emr.it/reggioemilia/
   - sieć amerykańska: http://www.airnow.gov/
   - sieć australijska: http://www.epa.nsw.gov.au/air/airqual.htm
   - sieć kanadyjska: http://www.msc-smc.ec.gc.ca/aq_smog/index_e.cfm
   - strona brazylijska: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/boletim_ar_automatica_detalhe.asp
   - sieć Hong Kong: http://www.epd-asg.gov.hk/eindex.php
   - sieć tajlandzka: http://www.pcd.go.th/AirQuality/Regional/Graph/createaqi2.cfm
   - sieć tajwańska: http://210.69.101.63/emc/default2.aspx?mod=PsiAreaHourlyE
   - strona irańska: http://www.aqcc.org/tehran_air.htm
   - strona Singapurska: http://www.nea.gov.sg/psi/
   - strona meksykańska: http://www.sma.df.gob.mx/simat/homezona.php
   - strona RPA: http://www.capetown.gov.za/airqual/yeslevels.asp
   - sieć chińska: http://www.zhb.gov.cn/english/air-list.php3

Ocena jakości danych pomiarowych metodą analityczną za rok 2005

Wykonał:
Piotr Oskar Czechowski

Gdańsk 2006

Ocena jakości danych

Analiza jakości wyników pomiarowych z sieci monitorującej stan atmosfery przeprowadzona została na stacjach sieci ARMAAG od AM1 do AM9 za rok 2005. Łącznie baza zawierała 87 zmiennych pomiarowych, spośród których dalszej analizie poddano 80. Siedem zmiennych wykluczono z powodu zbyt dużej liczby braków w danych, tj. poniżej 95% ważnych obserwacji. Dane poddane analizie były pomiarami średniogodzinnymi, gdzie uśrednianie dokonywane było bezpośrednio w analizatorach z czasem próbkowania 5 minutowym.

Analizie poddano 684 345 obserwacji, spośród których metodą analityczną zidentyfikowano 75 pomiarów do szczegółowej analizy epizodycznej.

Metoda analityczna oceny jakości danych pomiarowych została wykorzystana w trybie operacyjnym po raz pierwszy w roku 2004 [szczegółowy opis metodologiczny wraz z dotychczasowymi wynikami: Czechowski 2005, 2004, 2001] dla danych w sieci ARMAAG jak i w późniejszym okresie wykonano wstępne prace na danych pochodzących z sieci Państwowego Monitoringu Atmosfery w województwach Mazowieckim i Zachodniopomorskim. Metodologia oceny oparta jest na identyfikacji obserwacji odstających względem poziomu odniesienia, wyznaczonego przez model kowariancyjny, stężeń zanieczyszczeń (NO_2, SO_2, PM10 i CO) uwzględniający zarówno relacje stężeń, pomiarów meteorologicznych jak i cykliczność (cykle miesięczne, tygodniowe i dobowe) po stronie czynników egzogenicznych kształtujących stężenia.

Na podstawie różnic pomiędzy wyznaczonymi przez model wartościami teoretycznymi a rzeczywistymi pomiarami budowano, kolejno, wskaźniki identyfikujące pomiary podejrzane o nietypowość, wskazujące przyczyny ich identyfikacji:

(i) DFITS jako wskaźnik ogólny obserwacji odstającej,

(ii) odległość Mahalanobisa jako wskaźnik nietypowości względem jednowymiarowego rozkładu stężenia oraz

(iii) odległość Cooka będącą wskaźnikiem nietypowości po stronie łącznego oddziaływania zespołu zmiennych niezależnych.

Identyfikację modeli kowariancyjnych kształtowania się stężeń zanieczyszczeń przeprowadzono metodą najlepszego podzbioru w oparciu o kryterium skorygowanego współczynnika R kwadrat, tj. spośród wszystkich możliwych modeli ,uwzględniających wybrane czynniki egzogeniczne, opisujących stężania wybierano ten, który ma najwyższą wartość w R kwadrat skorygowanym. Był on punktem odniesienia w ocenie jakości.

Zauważyć należy, że najwyższe poziomy dopasowania osiągnięto dla stężeń NO_2, rzędu 98-99%, natomiast najniższe dla PM10, rzędu 50%-70% w zależności od dostępności danych czynników kształtujących stężenia. Wielkość dopasowania modeli w przypadku oceny jakości danych, w odróżnieniu od zadań predykcyjnych, nie ma zasadniczego znaczenia, bowiem niższe wartości dopasowania nie znajdują bezpośredniego przełożenia na identyfikację błędów pomiarowych, tj. na wskaźniki oceny. Mierniki jakości, w ujęciu statycznym, identyfikują sytuacje wyraźnie nietypowe uwzględniając wpływ zarówno stężeń, meteorologii jak i emisji poprzez uwzględnienie okresowości.

Tablica 1 zawiera szczegółowe wyniki uzyskane dla danych za rok 2005 w podziale na charaktery zidentyfikowanych obserwacji. Wyniki te zostały poddane szczegółowej analizie przez ekspertów w sieci ARMAAG.

Tablica 1: Klasyfikacja zidentyfikowanych wyników pomiarów sieci ARMAAG za rok 2005 przy wykorzystaniu metody analitycznej oceny jakości danych pomiarowych [źródło: opracowanie własne]

		AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	Razem	
	pomiary zidentyfikowane	2	3	8	14	7	11	12	11	7	**75**	**100%**
Klasyfikacja	oddalone/wpływowe	2	3	8	13	5	9	11	11	7	69	92%
	wątpliwe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	do usunięcia/nietypowe	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	3%
	interpolacje	0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	5%

Po zidentyfikowaniu pomiarów potencjalnie nietypowych każdy przypadek analizowany był w ujęciu krótkookresowego epizodu, tj. badane były szczegółowo przebiegi i wzajemne relacje wszystkich czynników w horyzoncie czasowym w zależności od epizodu od 12 godzin (około 6 godzin przed i 6 godzin po zidentyfikowanym pomiarze) do 24 godzin.

W Tablicy 2 zamieszczono zidentyfikowane pomiary dla wybranych stacji wraz z końcową oceną z analizy epizodycznej każdego przypadku.

Tablica 2: Zidentyfikowane pomiary metodą analityczną oceny jakości na wybranych stacjach [źródło: opracowanie własne]

Stacja	numer pomiaru	Wnioski z analizy epizodycznej	Stężenie
AM4	2114	do usunięcia: NO, NO_x	NO_2
	4244	Poprawne	
	1489	Poprawne	
	2087	Poprawne	
	4105	Poprawne	
	7034	Poprawne	SO_2
	7638	Poprawne	
	1978	Poprawne	
	4105	Poprawne	
	4391	Poprawne	
	1978	wcześniej analizowany	PM10
	2272	Poprawne	
	6060	poprawne	
	7034	poprawne	
AM5	4202	poprawne	NO_2
	7072	interpolacje	
	8173	interpolacje	
	7833	poprawne	
	6884	poprawne	
	6884	wcześniej analizowany	SO_2
	2866	poprawne	
AM6	8757	interpolacje	NO_2
	8389	poprawne	
	8464	poprawne	
	6812	CO i PM10	
	1216	poprawne	SO_2
	8389	analizowany wcześniej	
	1217	wcześniej analizowane	PM10
	6684	poprawne	
	5997	poprawne	
	8389	wcześniej analizowane	
	8464	wcześniej analizowane	

Stacja	numer pomiaru	Wnioski z analizy epizodycznej	Stężenie
AM7	7200	poprawne	NO_2
	5434	poprawne	
	6607	poprawne	
	1495	poprawne	
	8656	poprawne	
	1734	brak w meteo	
	559	poprawne	
	5434	wcześniej analizowane	SO_2
	1522	interpolacje meteo	
	6607	wcześniej analizowane	
	2607	poprawne	PM10
	2099	poprawne	
AM8	7836	poprawne	NO_2
	6102	poprawne	
	6836	poprawne	SO_2
	1523	poprawne	
	5563	poprawne	
	4462	poprawne	
	4462	wcześniej analizowane	PM10
	4630	poprawne	
	1508	wcześniej analizowane	
	7836	wcześniej analizowane	
	6104	wcześniej analizowane	
AM9	7196	poprawne	NO_2
	7196	wcześniej analizowany	SO_2
	2010	poprawne	
	2010	wcześniej analizowany	PM10
	6883	poprawne	
	7490	poprawne	
	2182	poprawne	

Podsumowanie

Odsetek pomiarów wstępnie zidentyfikowanych jako potencjalnie błędne we wszystkich analizowanych pomiarach jest niewielki. Spośród szczegółowo analizowanych pomiarów tylko jeden został sklasyfikowany jako wartość nietypowa (outliers) i usunięty ze zbioru danych. Ocena ta jest w 100% zgodna z oceną ekspercką dokonaną całkowicie niezależnie przez pracowników sieci ARMAAG (w zeszłym roku zgodność była na poziomie 95% dla danych półgodzinnych). Przed przystąpieniem do właściwej oceny jakości analizie poddano rozkłady braków danych. Prace prowadzone wcześniej w zakresie interpolacji braków danych [Czechowski 2004, 2005] pozwoliły na opracowanie metodologii interpolacji w zależności od okresu i długości braków serii pomiarowej. Kryterium długości serii braków w danych pozwoliło na interpolacje ciągów o długości nie przekraczającej 22 obserwacji dla danych półgodzinnych. W przypadku danych godzinnych maksymalną długością ciągu braków, pozwalającą na interpolacje jest 10 godzin. Interpolowanie dłuższych serii braków w danych powoduje powstawanie nieprawidłowości, które są identyfikowane w analizie jakości jako błędy, jak np. seria pomiarów wokół 1522 na stacji AM7 (Tablica 2), co wydaje się cenną własnością analitycznej metody oceny jakości danych pomiarowych.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że dane pomiarowe za rok 2005 pochodzące z sieci monitorującej stan atmosfery Aglomeracji Gdańskiej ARMAAG są wysokiej jakości.

Przykład analizy dla pomiaru 4202 na stacji AM5

Etap pierwszy analizy obejmuje identyfikację modelu w oparciu o stężenie NO2:

Oceny parametrów (2005-1h_Dane_AM4_do_AM6.sta)
Parametryzacja z sigma-ograniczeniami

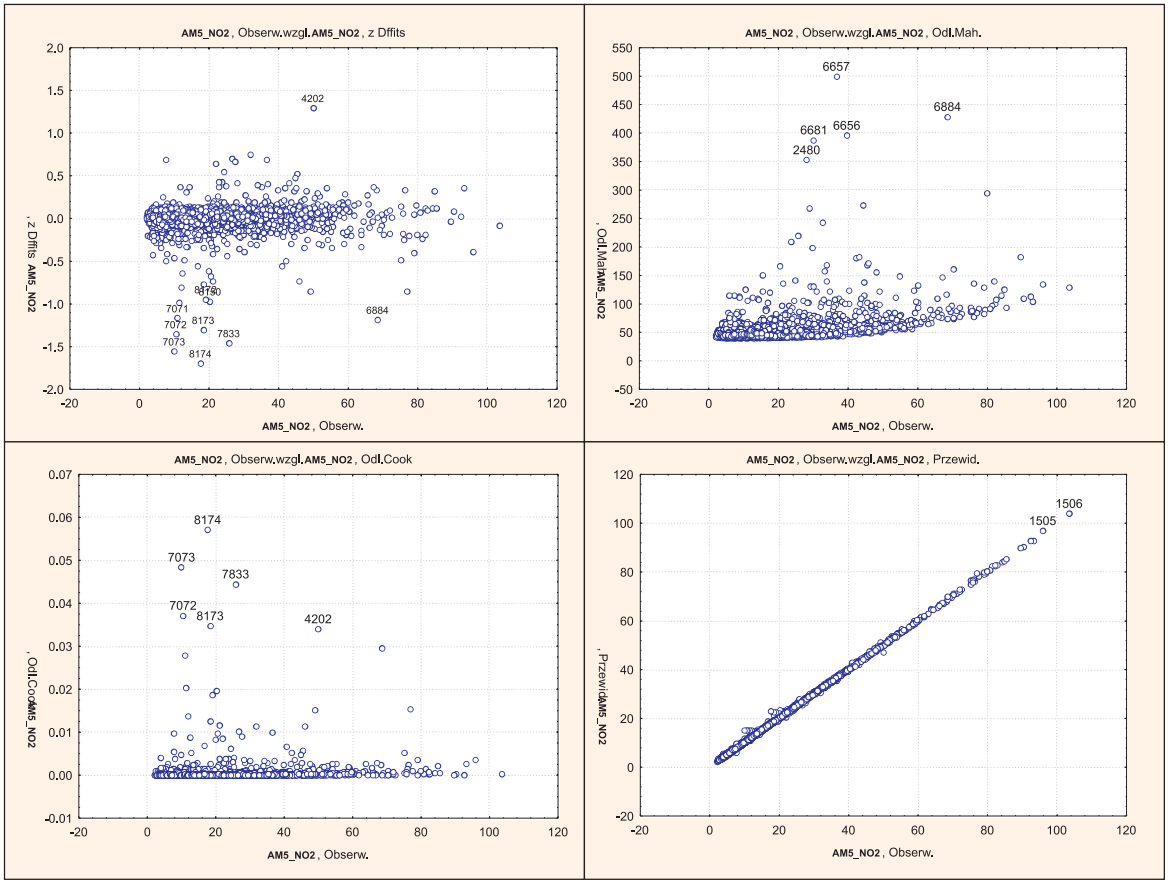
	Poziom	Kolumna	AM5_NO2	AM5_NO2	AM5_NO2	AM5_NO2	-95.00%	+95.00%	AM5_NO2	AM5_NO2	-95.00%	+95.00%
	Efekt		Param.	Bł. std.	t	p	Gr.ufn.	Gr.ufn.	Beta (ß)	Bł.Std.ß	Gr.ufn.	Gr.ufn.
Wyraz wolny		1	0.30	0.02	17.08	0.00	0.27	0.34				
MM	1	2	-0.11	0.01	-10.83	0.00	-0.13	-0.09	0.00	0.00	-0.01	0.00
MM	2	3	-0.03	0.01	-2.51	0.01	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	3	4	-0.04	0.01	-3.20	0.00	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	4	5	-0.07	0.01	-7.49	0.00	-0.09	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	5	6	-0.11	0.01	-11.34	0.00	-0.13	-0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	6	7	0.00	0.01	-0.01	0.99	-0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	7	8	0.06	0.01	5.01	0.00	0.04	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	8	9	0.11	0.01	9.97	0.00	0.09	0.13	0.00	0.00	0.00	0.01
MM	9	10	0.02	0.01	1.60	0.11	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	10	11	0.06	0.01	6.67	0.00	0.04	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	11	12	0.07	0.01	6.82	0.00	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
D_Tyg	1	13	0.00	0.01	0.21	0.83	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
D_Tyg	2	14	0.00	0.01	0.44	0.66	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
D_Tyg	3	15	-0.02	0.01	-3.21	0.00	-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

D_Tyg	4	16	0.01	0.01	1.98	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
D_Tyg	5	17	0.02	0.01	2.60	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
D_Tyg	6	18	-0.01	0.01	-1.15	0.25	-0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	0	19	0.01	0.01	0.55	0.58	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	1	20	-0.01	0.01	-0.60	0.55	-0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	2	21	0.02	0.01	1.17	0.24	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	3	22	0.02	0.01	1.17	0.24	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	4	23	0.00	0.01	0.21	0.83	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	5	24	0.00	0.01	0.20	0.84	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	6	25	0.01	0.01	0.91	0.36	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	7	26	0.01	0.01	0.80	0.42	-0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	8	27	0.01	0.01	0.95	0.34	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	9	28	0.00	0.01	0.24	0.81	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	10	29	0.01	0.01	0.76	0.44	-0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	11	30	0.01	0.01	0.79	0.43	-0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	12	31	-0.03	0.01	-2.34	0.02	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	13	32	-0.03	0.01	-2.66	0.01	-0.06	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	14	33	-0.02	0.01	-1.40	0.16	-0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	15	34	-0.01	0.01	-0.60	0.55	-0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	16	35	-0.01	0.01	-0.83	0.41	-0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	17	36	-0.01	0.01	-1.09	0.28	-0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	18	37	0.00	0.01	0.35	0.72	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	19	38	0.01	0.01	0.98	0.32	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	20	39	0.01	0.01	0.53	0.60	-0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	21	40	-0.01	0.01	-0.64	0.52	-0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Godz	22	41	-0.01	0.01	-0.48	0.63	-0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_SO2		42	0.01	0.00	11.70	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_NO		43	-1.52	0.00	-1591.94	0.00	-1.53	-1.52	-0.83	0.00	-0.83	-0.83
AM5_NOx		44	1.00	0.00	2310.51	0.00	1.00	1.00	1.57	0.00	1.57	1.57
AM5_O3		45	0.00	0.00	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_CO		46	0.00	0.00	-5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_PM10		47	0.00	0.00	2.26	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_WV		48	0.00	0.00	-2.24	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AM5_TEMP		49	0.00	0.00	-2.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Wielokr. R	Wielokr. R2	Skorygow R2	SS Model	df Model	MS Model	SS Reszta	df Reszta	MS Reszta	F	p
AM5_NO2	0.9997	0.9995	0.9995	983131.51	48.00	20481.91	492.23	8145.00	0.06	338919.78	0.00

Zidentyfikowany model, zawiera trzy główne czynniki sezonowe kształtujące stężenia NO_2: cykle miesięczne, tygodniowe oraz cykl dobowy. Spośród czynników meteorologicznych, w modelu istotne (na poziomie 5% błędu) były: prędkość wiatru i temperatura. Zależności z innymi stężeniami również okazały się statystyczne istotne (Tablica oceny parametrów). Model jest bardzo dobrze dopasowany do danych, bowiem współczynnik skorygowany osiągnął poziom 0,9995.

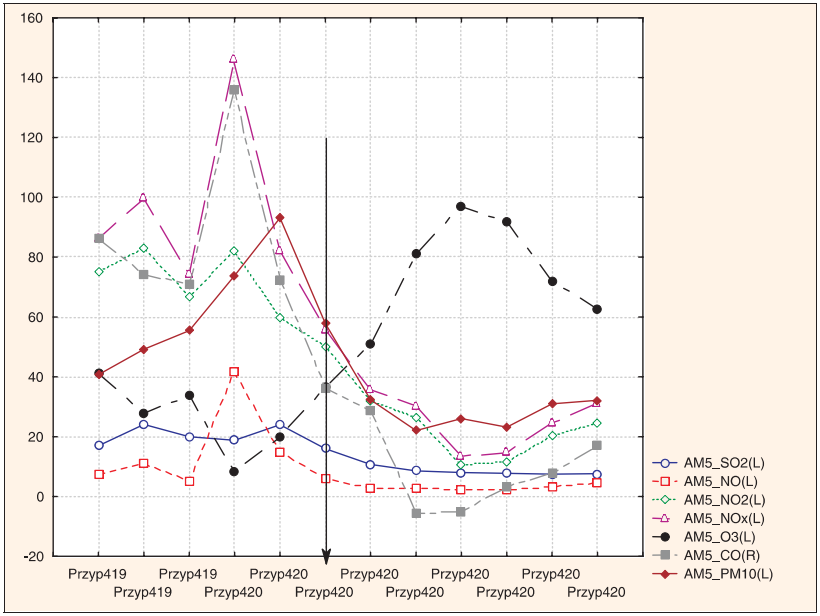
W kolejnym etapie obliczono wskaźniki oceny jakości danych pomiarowych względem zidentyfikowanego modelu: wskaźnik DFITS, odległość Mahalanobisa i Cooka. Na podstawie rzutów tych trzech miar względem rzeczywistych pomiarów NO_2 (rysunki poniżej), można określić, że przyczyną identyfikacji pomiaru 4202 jest prawdopodobnie nietypowe złożenie po stronie zmiennych niezależnych (stosunkowo wysoka wartość odległości Cooka).



Aby móc ocenić, czy sytuacja jest wynikiem błędu w danych czy też przyczyną jest naturalna, nieco odbiegająca od innych sytuacja, przeprowadzono analizę epizodyczną, tj. szczegółowej analizie poddano przebiegi głównych czynników i ich relacje. Dane do wykresów prezentuje tablica poniżej:

4202	AM5_SO2	AM5_NO	**AM5_NO2**	AM5_NOx	AM5_O3	AM5_CO	AM5_PM10	AM5_WV	AM5_TEMP	AM5_WILG		Ip	RRRR	MM	DD	D_Tyg	Godz
1	16.95	7.50	75.25	86.14	41.10	415.44	40.70	1.20	20.15	65.40	1	4197	2005	6	24	5	21
2	24.13	11.25	82.80	99.51	27.90	385.73	49.20	0.60	19.65	67.30	2	4198	2005	6	24	5	22
3	20.00	5.19	66.85	74.30	34.00	377.58	55.45	0.60	18.10	72.70	3	4199	2005	6	24	5	23
4	18.81	41.75	82.23	146.12	8.50	539.75	73.85	0.90	17.45	77.50	4	4200	2005	6	25	6	0
5	23.99	15.00	59.78	82.13	19.90	380.31	93.15	1.85	17.65	77.90	5	4201	2005	6	25	6	1
6	**16.01**	**6.19**	**50.04**	**55.87**	**36.50**	**290.67**	**57.85**	**1.60**	**17.95**	**73.80**	**6**	**4202**	**2005**	**6**	**25**	**6**	**2**
7	10.69	2.75	31.90	35.72	50.80	271.68	32.35	1.70	18.60	71.75	7	4203	2005	6	25	6	3
8	8.57	2.69	26.64	30.27	81.00	185.58	22.05	2.45	20.20	62.45	8	4204	2005	6	25	6	4
9	8.03	2.19	10.51	13.47	97.10	186.63	26.10	2.60	20.35	61.10	9	4205	2005	6	25	6	5
10	7.77	2.38	11.36	14.61	91.90	208.30	23.20	2.15	19.95	63.20	10	4206	2005	6	25	6	6
11	7.50	3.00	20.53	24.64	71.90	219.89	31.00	1.95	19.75	66.70	11	4207	2005	6	25	6	7
12	7.64	4.69	24.35	31.23	62.60	242.73	32.20	1.45	21.20	65.65	12	4208	2005	6	25	6	8

Na podstawie danych krótkookresowych sporządzono wykres:



na którym widać, że stosunkowo szybkie spadki NO_2, NO i NO_x o godzinie 2:00, podobnie jak i innych stężeń, nie są wynikiem błędu pomiarowego a jedynie skutkiem zmian warunków atmosferycznych, tj. wzrostu prędkości wiatru (do ok. 1.85 m/s o godzinie 1:00) po kilkugodzinnej nocnej ciszy (0,6 m/s od godziny 22:00) przy jednoczesnym spadku temperatury i wzroście wilgotności.

Sytuacja ta przypomina przejście frontu atmosferycznego (ciśnienie nie byo mierzone na stacji AM5), na co wskazywać może stosunkowo szybki wzrost ozonu z 8,50 $\mu g/m^3$ o godz. 0:00 poprzez 36 $\mu g/m^3$ o godz. 2:00 do 97 μ g/m^3 o godz. 5:00.

Bibliografia

1. Aczel Amir D.; *Statystyka w zarządzaniu*; Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 2000
2. Al-Fawzan Mohammad A.; *Methods for Estimating the Parameters of the Weibull Distribution*; InterStat; King Abdulaziz City for Science and Technology 2000
3. Alloway B. J., Ayres D. C.; *Chemiczne podstawy zanieczyszczania środowiska*; Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 1999
4. ARMAAG, Szymańska Krystyna (red.); *Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Aglomeracji Gdańskiej (...)*; ARMAAG; Gdańsk 1998-2003 (rocznik)
5. Balicki Andrzej, Makać Wiesława; *Metody wnioskowania statystycznego*; Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego; Gdańsk 2002
6. Brzeziński Jerzy; *Metodologia badań psychologicznych*; Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 1999
7. Box George E. P., Jenkins Gwilym M.; *Time series analysis, forecasting and control*; Holden-Day, Inc.; San Francisco 1976
8. Brockwell Peter J., Davis Richard A.; *Introduction to time series and forecasting*; Springer – Verlag; New York 1996
9. Brockwell Peter J., Davis Richard A.; *Time Series: Theory and Methods*; Secend Edition; Springer – Verlag; New York 1991
10. Czechowski Piotr Oskar; *Zdań kilka o potrzebach i skuteczności. Budowa systemu oceny jakości danych pomiarowych-Raport 2004*; Pomorski Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku oraz Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej; Gdańsk 2005
11. Czechowski Piotr Oskar; *System prognozowania wysokich stężeń dwutlenku azotu w atmosferze (na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej)*; Rozprawa doktorska; Politechnika Warszawska; Warszawa 2004
12. Czechowski Piotr Oskar; *Statystyczna interpolacja braków danych pomiarowych-Raport 2003 o stanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w Aglomeracji Gdańskiej*; Gdańsk 2004
13. Czechowski Piotr Oskar; *System prognozowania wysokich stężeń dwutlenku azotu w atmosferze (na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej)*; Rozprawa doktorska; Politechnika Warszawska; Warszawa 2004
14. Czechowski Piotr Oskar; *Choosen elements preceding the construction of the prognostic warning system for high concentrations of nitrogen dioxide*; Conference air monitoring network – a local authorities; initiative of environmental management in the region facing the EU accession; Gdańsk 2003
15. Czechowski Piotr Oskar; *Materiały do ćwiczeń z analizy wielowymiarowej*; 1998-2003; Materiały dydaktyczne
16. Czechowski Piotr Oskar; *Ocena jakości danych pochodzących z sieci monitorującej stan atmosfery na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej*; Politechnika Śląska w Gliwicach; Ustroń 2001
17. Czechowski Piotr Oskar; *Wybrane elementy systemu ostrzegawczego wysokich stężeń dwutlenku azotu na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej*; Pomorski Inspektorat Ochrony Środowiska (s. 143-173); Gdańsk 2003
18. Czechowski Piotr Oskar; *Wybrane etapy poprzedzające budowę prognostycznego systemu ostrzegawczego wysokich stężeń dwutlenku azotu (prognozy w dziedzinie czasu)*; Raport za rok 2002 o stanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w Aglomeracji Gdańskiej (s. 82-96); Gdańsk 2003
19. Czechowski Piotr Oskar; *Wybrane etapy poprzedzające prognozowanie zanieczyszczeń powietrza w Aglomeracji Gdańskiej (koncepcja)*; Prace naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu nr 919 (s. 23-29); Wrocław 2002
20. Czechowski Piotr Oskar; *Ocena jakości danych pochodzących z sieci monitorującej stan atmosfery na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej*; IV Ogólnopolska Konferencja Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych (s. 43-55); Politechnika Śląska 2001
21. Daley Roger; *Atmosferic Data Analysis*; Cambridge University Press; 1991

22. Finzi G., Calori G., Tonezzer C.; *A decision support system for air quality network design*; DSS for air quality management; 28-30/9; 1993
23. Finzi G., Guariso G.; *Optimal air pollution control strategies: a case study*; Ecological Modelling, 64, p. 221-239; 1992
24. Hernández E., Diaz J., Garcia R., Ribera P., Alberdi J. C., Pajares M. S., Otero A.; *Modelling of air pollution and its relationship with mortality and morbidity in Madrid*; Environment Health (p. 366-376); Springer-Verlag 1999
25. Hernández E., Martin F. and F. Valero; *Statistical forecasts models for daily air particulate iron and lead concentrations for Madrid, Spain*; Atmos. Environ., 26B, 1; 1992
26. Hoffman Szymon; *Modele regresji Wielowymiarowej opisujące zmiany stężenia ozonu przy powierzchni ziem*i; p. 41-46; III Sympozjum Ocena Wielkości Imisji zanieczyszczeń powietrza; Pol-Imis 1999
27. Inoue T., Hoshi M. and Taguri M.; *Prediction of nitrogen dioxide concentration by a regression model*; Atmos. Envron., 20, 12, 2325-2337; 1986
28. Inoue T., Hoshi M. and Taguri M.; *Regression analysis of nitrogen dioxide concentrations*; Atmos. Envron., 20, 1, 71-85; 1986
29. Juda Jam, Chróściel Stanisław; *Ochrona powietrza atmosferycznego*; Wydawnictwo Naukowo Techniczne; Warszawa 1974
30. Kalnay Eugenia; *Atmospheric modeling, data assimilation and predictability (Chapter 1: Historical overview of numerical weather prediction)*; Cambridge Univeristy Press; 2003
31. Kalnay Eugenia, Toth Zoltan; *Ensemble Forecasting at NCEP and the Breeding Method*; American Meteorological Society; vol. 125 p. 3297-3319; 1997
32. Kalnay Eugenia, Toth Zoltan; *Ensemble Forecasting at NM: The Generation of Perturnation*; American Meteorological Society; vol. 74 No 12 p. 2317-2330; 1993
33. Kraszewski Andrzej; *Ekoinfonet Information System for State Monitoring of Envirnment in Poland*; p. I-117; EnviroInfo 16th Conference: Informatics for Environmental Protection; Vienna 2002
34. Kraszewski Andrzej; *System informacyjny Inspekcji Ochrony Środowiska – baza danych monitoringu powierza JPOAT*; Conference air monitoring network – a local authorities; initiative of environmental management in the region facing the EU accession; Gdańsk 2003
35. Kraszewski Andrzej; *Identyfikacja systemów jakości wody w rzekach*; Prace naukowe; Inżynieria Środowiska zeszyt 29; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999
36. Krzyśko Mirosław; *Wielowymiarowa analiza statystyczna*; Uniwersytet im. Adama Miskiewicza w Poznaniu; Poznań 2000
37. Łobocki Lech; *Wskazówki metodyczne dotyczące modelowania matematycznego zarządzania jakością powietrza*; Ministerstwo Środowiska; Główny Inspektorat Ochrony Środowiska; Warszawa 2003
38. Madany Anna, Bartochowska Magdalena; *Przegląd polskich modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych*; Prace naukowe Politechniki Warszawskiej; Inżynieria Środowiska z. 19; 1995
39. Morabito Francesco Carlo, Versaci Mario; *Fuzzy neural identification and forecasting urban air pollution data*; Neural Networks 16 pp. 493-506; 2003
40. Morrison Donald M.; *Wielowymiarowa analiza statystyczna*; PWN; Warszawa 1990
41. Olendrzyński K., Łobocki L., Strużewska J., Zdunek M., Osińska-Skotak K.; *Propozycje modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu mogących mieć zastosowanie przy ocenie szacunkowej jakości powietrza oraz w prognozie sytuacji alarmowych*; Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2001
42. Planas Christopher; *Applied Time Series Analysis: Modelling, Forecasting, Unobserved Components Analysis and the Wiener-Kolmogorov Filter*; Eurostat; Luxemburg 1997

43. Shi Ping Ji, Harrison Roy M.; *Regression modelling of hourly NO_x and NO_2 concentration in rban air in London*; Atmospheric Environment Vol. 31, No. 24 pp. 4081-4094; 1997
44. Shumway Robert H., Stoffer David S.; *Time series analysis and its applications*; Springer – Verlag; New York 2000
45. Tadeusiewicz Ryszard; Drogi i bezdroża statystyki w badaniach naukowych; Statystyka w badaniach naukowych; Seminarium StatSoft; Kraków 2000
46. Trapp Wojciech; Fijołek Mariola, Paciorek Małgorzata; *Wykorzystanie modelowania w ocenach jakości powietrza i programach ochrony powietrza*; Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej - Raport 2002 [s. 76-82]; Gdańsk 2003
47. Twardowska Krystyna, Frańczak Karol; *Warunki wprowadzenia filtru Kalmana do prognozowania stężeń SO_2 w atmosferze nad Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym*; Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej; Tom XII zeszyt 1-2 s. 23-29; 1989
48. Twardowska Krystyna; *The stochastic processes and filtering theory in the predicyion of air pollution in the Silesian district*; Society of Instrument and Control Engineers; p. 1117-1120; July 25-27 Matsuyama; 1989
49. Wilks Daniel S.; Statistical Methods in the Atmospheric Sciences An Introduction; Academic Press; 1995
50. Zannetti Paolo; *Air pollution modeling; Theories, Computation Methods and Available Software*; Computation Mechanics Publications Von Nostrand Reinhold; 1990
51. Žičkus Mindaugas, Kvietkus K.; *Urban air pollution forecast based on the Gaussian and regression models*; Environmential Protection Ministry of Lithuania; Wilno 1999
52. Ziomas I., Melas D., Zerefos C., Bais A. and Paliatsos A.; *Forecasting peak pollutant concentrations from meteorological variables*; Atmos. Environ., 29, 24, 1352-2310; 1995
53. Zwoździak Jerzy, Malinowski Paweł, Maciejewska Monika; *Klasyfikacja przestrzennych rozkładów 30-minutowych stężeń SO_2 z zastosowaniem sieci neuronowej*; p. 41-46; III Sympozjum Ocena Wielkości Imisji zanieczyszczeń powietrza; Pol-Imis 1999
54. Zwoździak Jerzy, Szalińska Wiwiana; *Zastosowanie modelu hybrydowego do oceny i prognozy rozkładu stężeń dwutlenku siarki w powietrzu*; III Sympozjum, Ocena wielkości imisji zanieczyszczeń powietrza, Wyd. PZITS nr 764; Szklarksa Poręba 1999
55. Zwoździak Jerzy, Zwoździak Anna, Szczurek Andrzej; *Meteorologia w ochronie atmosfery*; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej; Wrocław 1998

8. PODSUMOWANIE

Kolejny rok działalności sieci monitoringu ARMAAG potwierdza spostrzeżenia zawarte w poprzednich raportach:
o jakości sieci pomiarowej decyduje ilość ważnych pomiarów i ciągłość serii pomiarowych.
O efektywnym wykorzystaniu informacji wytwarzanej w procesie pomiarowym decyduje natomiast zakres i sposób udostępniania dostosowany do potrzeb adresatów, którymi są instytucje i społeczeństwo.
W roku 2005 Fundacja ARMAAG w skuteczny sposób wprowadziła - poprzez stronę www – informację o aktualnej jakości powietrza w postaci kolorowego atmoludka. Wykonano również obliczenia testowe celem wprowadzenia bieżącej prognozy jakości powietrza na obszarze aglomeracji i w Tczewie.
W zakresie obsługi stacji pomiarowych wielką rolę odgrywa doświadczenie i stale podnoszone kwalifikacje operatorów, które umożliwiają wykonywanie pomiarów w pełnym zakresie, mimo kolejnych lat eksploatacji.
Dobrze wpisuje się w funkcjonowanie Fundacji wprowadzany system zarządzania ISO 17025. Wdrażane w roku 2005 procedury systemu pozwoliły na zoptymalizowane i zintegrowanie obszarów działalności zarządczej i operacyjnej.

Kolejny raz Fundacja wystąpiła jako partner w projekcie systemu zarządzania środowiskiem w zakresie jakości powietrza w województwie pomorskim – AIRPOMERANIA złożonym przez Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska do Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
Oceniając jakość powietrza w Aglomeracji Gdańskiej i Tczewie w roku 2005 można stwierdzić, że:

A. w ocenie długoterminowej odnoszonej do roku jakość powietrza oceniana jest jako dobra i bardzo dobra dla dwutlenku siarki i dwutlenku azotu, jako dostateczna dla pyłu PM10.
   1. poziomy stężeń średniorocznych dwutlenku siarki są niższe niż w roku 2004 (za wyjątkiem Tczewa gdzie nieznacznie wzrosły)
   2. średnioroczne stężenia dwutlenku azotu utrzymały się na poziomie roku 2004
   3. na wszystkich stacjach wzrosły średnie stężenia pyłu PM10

B. podlegające ocenie oddziaływanie krótkoterminowe jest zdecydowanie niekorzystne w przypadku pyłu PM10. W odniesieniu do ozonu standardy są dotrzymane mimo przekroczeń stężeń:
   1. ilość dni z przekroczeniami średniodobowych stężeń pyłu PM10 wzrosła w stosunku do roku 2004 od 3 (Gdańsk) do 8% (Sopot)
   2. dla ozonu zanotowano trzy dni ze stężeniami powyżej dopuszczalnego poziomu 120 $\mu g/m^3$

Analiza sytuacji, w których odnotowano przekroczenia wykazała, że stężenia wyższe od dopuszczalnych poziomów pyłu PM10 występowały w warunkach nagłej zmiany pogody przy zewnętrznej temperaturze minus 4–5°C, wietrze o prędkościach poniżej 2 m/s z kierunku południowo-zachodniego. Na obszarze aglomeracji trójmiejskiej oznacza to ,że w tych warunkach występuje skumulowane oddziaływanie emisji z dużych, zawodowych źródeł ciepła, indywidualnego ogrzewania wywołanego zwiększonym zapotrzebowaniem ciepła, emisji wtórnej.

8. PODSUMOWANIE

Maksymalne stężenia pyłu PM10 odnotowano w dniach 9 lutego, 5 i 23 marca oraz 4 listopada 2005.
Maksymalne stężenia 8–godzinne ozonu wystąpiły 16 lipca.

Podsumowując: rok 2005 można uznać za kolejny, udany okres w działalności Fundacji. W dalszym ciągu aktualne jest stwierdzenie, że mimo skromnych w porównaniu do innych europejskich sieci monitoringu środków finansowych udaje się utrzymać wysoki poziom jakości pomiarów i zadawalający stopień pozyskiwania danych. Sieć ARMAAG uczestniczy w systemie monitoringu polskiego i europejskiego, co pozwala na korzystanie z międzynarodowej wymiany informacji. Udostępniana społeczeństwu informacja spełnia ogólnie przyjęte standardy.

Spis rycin:

Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia stacji pomiarowych sieci ARMAAG
Ryc. 2. Schemat komunikacji elementów systemu pomiarowego ze stacją centralną
Ryc. 3. Analiza stanu połączeń
Ryc. 4. Analiza ilości danych
Ryc. 5. Analiza merytoryczna
Rys. 6. Atmoludek – informacja o jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej i Tczewie
Ryc. 7. Stężenia SO_2 w sezonie grzewczym [$\mu g/m^3$]
Ryc. 8. Stężenia SO_2 w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
Ryc. 9. Stężenia SO_2 średnioroczne [$\mu g/m^3$]
Ryc. 10. SO_2 - maksymalne stężenia średniodobowe
Ryc. 11. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdańsku w roku 2005
Ryc. 12. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Gdyni w roku 2005
Ryc. 13. Uśrednione dobowe przebiegi stężeń dwutlenku siarki w Sopocie I Tczewiew roku 2005
Ryc. 14. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń SO_2 w określonych przedziałach stężeń
Ryc. 15. Maksymalne wartości stężeń SO_2 chwilowych [$\mu g/m^3$]
Ryc. 16. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń SO_2 w określonych przedziałach stężeń
Ryc. 17. Stężenia NO_2 w sezonie grzewczym ($\mu g/m^3$]
Ryc. 18. Stężenia NO_2 w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
Ryc. 19. NO_2 - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]
Ryc. 20. Maksymalne wartości stężeń NO_2 1-godzinnych [$\mu g/m^3$]
Ryc. 21. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń NO_2 w określonych przedziałach stężeń
Ryc. 22. NO_2 – przeciętne przebiegi stężeń 1 h
Ryc. 23. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń 24 godzinnych dwutlenku azotu
Ryc. 24. Przeciętne tygodniowe przebiegi stężeń 24 godzinnych tlenku azotu
Ryc. 25. NO_X - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]
Ryc. 26. Stężenia PM10 w sezonie grzewczym $\mu g/m^3$]
Ryc. 27. Stężenia PM10 w sezonie letnim [$\mu g/m^3$]
Ryc. 28. Pył PM10 - stężenia średnioroczne μ/m^3]
Ryc. 29. Pył PM10 - maksymalne wartości stężeń 24h [$\mu g/m^3$]
Ryc. 30. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń PM10 w roku 2005 [$\mu g/m^3$]
Ryc. 31. Dobowa zmienność prędkości wiatru 6 – 9 września 2005
Ryc. 32. Rozklad stężeń pyu PM10 w okresie 6 - 9 września 2005
Ryc. 33. Dobowa zmienność prędkości wiatru 24 –27 września 2005

Ryc. 34. Rozklad stężeń pylu PM10 w okresie 24 – 27 września 2005
Ryc. 35. Dobowa zmienność prędkości wiatru 8 – 14 października 2005
Ryc. 36. Rozklad stężeń pylu PM10 w okresie 8 – 14 października 2005
Ryc. 37. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń
Ryc. 38. Maksymalne kroczące 8h stężenia tlenku węgla [μg/m3]
Ryc. 39. Przebiegi kroczących 8h stężeń tlenku węgla w stacjach sieci ARMAAG [$\mu g/m^3$]
Ryc. 40. Częstość występowania 8h stężeń tlenku węgla w określonych przedziałach wartości
Ryc. 41. Zmiana lokalizacji miernika ozonu
Ryc. 42. Maksymalne kroczące 8h stężenia ozonu w sezonie letnim i grzewczym [$\mu g/m^3$]
Ryc. 43. Przebiegi dobowe stężeń ozonu w poszczególnych miesiącach roku 2005
Ryc. 44. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2005 w odniesieniu do wartości 8h kroczących
Ryc. 45. Przebiegi 1h stężeń ozonu i temperatury w okresie pomiarowym 01.01 – 31.12.2005
Ryc. 46. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 1h ozonu i NO_2 na stacjach Gdańsk Wrzeszcz, Gdańsk Szadółki oraz Gdynia Pogórze i Gdynia Redłowo w grudniu 2005
Ryc. 47. Mapa ozonu z raportu EEA
Ryc. 48. Średnioroczne stężenia BTX i etylobenzenu [$\mu g/m^3$]
Ryc. 49. Przebieg jednogodzinnych stężeń węglowodorów aromatycznych
Ryc. 50. Przebieg jednogodzinnych stężeń węglowodorów aromatycznych
Ryc. 51. Zmiany wartości średniodobowych stężeń dwutlenku węgla wraz z linią trendu od roku 2001
Ryc. 52. Porównanie serii pomiarowych substancji podstawowych – przenośna stacja DOAS w Gdyni
Ryc. 53. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w roku 2006 a) dwutlenek siarki, b) dwutlenek azotu, c) pył PM10
Ryc. 54. Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki w latach 1998-2005
Ryc. 55. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w sezonie grzewczym na stacjach w Gdańsku - lata 1998-2005
Ryc. 56. Zmiany maksymalnych stężeń średniorocznych dwutlenku siarki sezonie letnim na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005
Ryc. 57. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w sezonie grzewczym na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005
Ryc. 58. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwulenku siarki w sezonie letnim na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005
Ryc. 59. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Sopocie latach 1998-2005
Ryc. 60. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w Tczewie za lata 1998- 2005
Ryc. 61. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach w Gdańsku - lata 1998-2005
Ryc. 62. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacjach w Gdyni - lata 1998-2005
Ryc. 63. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacji w Sopocie - lata 1998-2005
Ryc. 64. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku azotu na stacji w Tczewie - lata 1998-2005
Ryc. 65. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach w Gdańsku -lata 1996-2005
Ryc. 66. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacjach w Gdyni - lata 1998-2005
Ryc. 67. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacji w Sopocie - lata 1998-2005

Ryc. 68. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 na stacji w Tczewie - lata 1998-2005
Ryc. 69. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie grzewczym na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005
Ryc. 70. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie letnim na stacjach w Gdańsku za lata 1998-2005
Ryc. 71. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie grzewczym na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005
Ryc. 72. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w sezonie letnim na stacjach w Gdyni za lata 1998-2005
Ryc. 73. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacji w Sopocie za lata 1998-2005
Ryc. 74. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 na stacji w Tczewie za lata 1998-2005
Ryc. 75. Sieci automatycznego moitoringu w Polsce
Ryc. 76. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w Trójmieście
Ryc. 77. Średnie miesięczne temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Ryc. 78. Średnie miesięczne wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Ryc. 79. Średnie miesięczne ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji w 2005 roku
Ryc. 80. Roczne róże wiatrów na stacjach AM2 i AM5 oraz AM8
Ryc. 81. Roczne róże wiatrów na stacjach AM6 Sopot i AM7 Tczew
Ryc. 82. Roczne róże prędkościowo – kierunkowe na stacjach AM1, AM 4 oraz AM9
Ryc. 83. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach AM6 w Sopocie i AM9 w Gdyni Redłowie w 2005 roku
Ryc. 84. Zmienność natężenia promieniowania bezpośredniego na stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia Redołwo) w dniu 22 kwietnia 2005
Ryc. 85. Obszar wyznaczania przestrzennego indeksu jakości powietrza
Ryc. 86. Indeks jakości powietrza dnia 4 marca 2005: a) amerykański, b) angielski, c) francuski, d) niemiecki
Ryc. 87. Indeks jakości powietrza EKO-AIR w dniu 4 marca 2005 wraz indeksem substancji dominującej
Ryc. 88. Przykładowa prognoza

Spis tabel:

Tabela 1. Dyspozycyjność [%] analizatorów w stacjach AM1 do AM10 w roku 2005
Tabela 2. Dyspozycyjność [%] mierników meteorologicznych sieci ARMAAG w roku 2005
Tabela 3. Parametry pracy sieci ARMAAG w 2005 roku
Tabela 4. Ilość danych dla sezonu letniego 2005 w zwalidowanej serii rocznej
Tabela 5. Ilość danych dla sezonu grzewczej 2005 w zwalidowanej serii rocznej
Tabela 6. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki
Tabela 7. Stężenia średniookresowe i średnioroczne SO2Tabela 8. Maksymalne stężenia SO2 średniodobowe [$\mu g/m^3$]
Tabela 9. Maksymalne stężenia SO_2 1-godzinne [μg/m3]
Tabela 10. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2005
Tabela 11. Stężenia NO_2 średnioroczne i średniookresowe
Tabela 12. Maksymalne 1-godzinne stężenia NO_2 [$\mu g/m^3$]
Tabela 13. NOX - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]
Tabela 14. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w roku 2005
Tabela 15. Pył PM10 - stężenia średniookresowe i średnioroczne
Tabela 16. Pył PM10 - maksymalne stężenia 24h [$\mu g/m^3$]
Tabela 17. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2005
Tabela 18. Maksymalne stężenia 8h kroczące tlenku węgla
Tabela 18. Maksymalne stężenia 8h kroczące tlenku węgla
Tabela 19. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2005
Tabela 20. Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu w roku 2005
Tabela 21. Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]
Tabela 22. Maksymalne wartości stężeń 1h ozonu w roku 2005
Tabela 23. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2003
Tabela 24. Stężenia węglowodorów aromatycznych (BTX i etylobenzen) i amoniaku
Tabela 25. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych NH_3
Tabela 26. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych CO_2
Tabela 27. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych
Tabela 28. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM10
Tabela 29. Średnioroczne stężenia wybranych zanieczyszczeń w poszczególnych województwach
Tabela 30. Porównanie stężeń średniorocznych i średniodobowych
Tabela 31. Porównanie stężeń chwilowych
Tabela 32. Sprawność czujników meteorologicznych w [%] na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 33. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim

Tabela 34. Wartości ekstremalne średnidobowe wybranych parametrów meteorologicznych w okresie grzewczym i letnim
Tabela 35. Średnie miesięczne i roczne temperatury w [°C] powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 36. Maksymalne i minimalne terminowe temperatury powietrza na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 37. Minimalne terminowe wartości wilgotności względnej na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 38. Maksymalne i minimalne wartości ciśnienia atmosferycznego na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 39. Dominujące kierunki wiatrów na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 40. Średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 41. Maksymalne terminowe prędkości wiatrów na stacjach ARMAAG w 2005 roku
Tabela 42. Dolne granice przedziałów dla indeksów poszczególnych zanieczyszczeń
Tabela 43. Klasy indeksu dla SO2 w latach 2001-2005
Tabela 44. Klasy indeksu dla NO2 w latach 2001-2005
Tabela 45. Klasy indeksu dla Pm10 w latach 2001-2005
Tabela 46. Dolne granice przedziałów dla poszczególnych indeksów stężeń zanieczyszczeń
Tabela 47. Dolne granice przedziałów indeksu EKO-AIR dla poszczególnych zanieczyszczeń

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