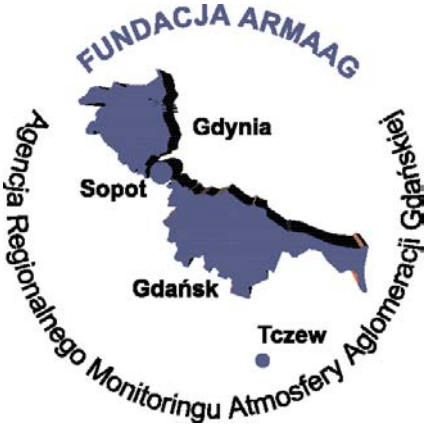
okladka

okladka

STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ W ROKU 2004 I INFORMACJA O DZIAŁALNOŚCI FUNDACJI ARMAAG



Raport przygotował zespół:

Krystyna Szymańska
Tomasz Kołakowski
Michał Sarafin
Tomasz Waszczyk

Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej 2005

ZAŁOŻYCIELE FUNDACJI ARMAAG

Gmina Gdańsk

Gmina Gdynia

Gmina Sopot

Gmina Tczew

"Nederpol" Sp. z o.o

FUNDATORZY STACJI

Grupa LOTOS S.A - RAFINERIA GDAŃSKA S.A

Zespół Elektrociepłowni Wybrzeże S.A

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku

Przedsiębiorstwo Eksploatacji Rurociągów Naftowych "PERN"

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

Fundacja Współpracy Polsko-Niemieckiej

Stocznia Gdynia S.A

Port Gdynia S.A

Stocznia Remontowa " NAUTA" S.A

Bałtycka Baza Masowa Sp z o.o

Stocznia Marynarki Wojennej w Gdyni

Mamy przyjemność przedstawić Państwu kolejny, siódmy raport o działalności sieci monitoringu regionalnego ARMAAG. Jest to szczególny raport, bowiem 1 maja 2004 Polska stała się członkiem Unii Europejskiej.

Z satysfakcją możemy stwierdzić, że Fundacja ARMAAG była przygotowana do sprostania zadaniom w bardzo ważnych obszarach działania Unii jakim sa ochrona środowiska i informacja publiczna o jego jakości.

W tym miejscu pragniemy podziękować naszym Członkom-Założycielom: Gminom Gdańska, Gdyni, Sopotu i Tczewa oraz wszystkim sponsorom i donatorom za zaufanie, którym obdarzali kolejne władze Fundacji przekazując środki na funkcjonowanie sieci monitoringu regionalnego, jedynej działającej w takiej formule w Polsce.

Informacja o jakości powietrza dostępna jest na stronach internetowych: www.armaag.gda.pl oraz www.gdansk.gda.pl/zielone miasto

Działalność Fundacji finansowana jest 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 jak co roku, w naszym raporcie znajdziecie Państwo dużą ilość informacji na temat monitoringu atmosfery i jakości powietrza w naszym regionie.

Zarząd Fundacji ARMAAG

SPIS TREŚCI

1.	**WSTĘP**	**8**
2.	**WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003**	**9**
2.1.	Informacje ogólne	9
2.2.	Wyposażenie pomiarowe	10
2.3.	Analiza pracy urządzeń pomiarowych	14
2.3.1.	Analizator pyłu zawieszonego PM10 - EBERLINE	14
2.3.2.	Analizator dwutlenku siarki - Model Thermo 43C	15
2.3.3.	Analizator tlenków azotu - Model Thermo 42C	16
2.3.4.	Analizator ozonu - Model Thermo 49C	17
2.3.5.	Analizator tlenku (dwutlenku węgla) - Model Thermo 48C	18
2.3.6.	Czujniki meteorologiczne	18
2.4.	Koszty finansowe sieci	18
2.4.1.	Budżet roku 2003	19
2.4.2.	Koszty funkcjonowania	19
3.	**JAKOŚĆ POMIARÓW**	**20**
3.1.	Pozyskiwanie wyników	20
3.2.	Plan zapewnienia jakości	21
3.3.	Procedury weryfikacji i walidacji	21
4.	**WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ**	**24**
4.1.	Dwutlenek siarki	24
4.2.	Tlenki azotu	31
4.2.1.	Dwutlenek azotu	31
4.2.2.	Tlenki azotu	36
4.3.	Pył PM10	37
4.4.	Tlenek węgla	43
4.5.	Ozon	47
4.6.	Zanieczyszczenia specyficzne	55
4.6.1.	Benzen, toluen, ksyleny	55
4.6.2.	Amoniak	60
4.6.3.	Dwutlenek węgla	60
5.	**OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI TRÓJMIEJSKIEJ I TCZEWIE**	**62**
5.1.	Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniorocznych	63
5.2.	Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniodobowych	67
5.3.	Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 8h kroczących	69
5.4.	Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 1h	70
5.5.	Ocena jakości powietrza na tle wyników pomiarów sieci Airparif	71
6.	**KONFERENCJA Z OKAZJI 10-LECIA FUNDACJI ARMAAG**	**72**
7.	**PROJEKT AIRPOMERANIA**	**79**
8.	**OPRACOWANIA AUTORSKIE**	**85**
9.	**PODSUMOWANIE**	**119**

1. Wstęp

W roku 2004 Fundacja ARMAAG kontynuowała swoją działalność w niezmienionej formule.
Finansowanie podstawowej działalności Fundacji odbywało się poprzez dotacje samorządów -założycieli oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i Powiatowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Tczewie.
Podstawą działania był program Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska na lata 2004-2005 oraz przyjęty przez Radę Nadzorczą Fundacji harmonogram rzeczowo-finansowy na rok 2004.
Pozyskiwane dane po uprzedniej weryfikacji udostępniane były w systemie on-line poprzez stronę www oraz w postaci informacji przetworzonej jako:

- komunikaty o jakości powietrza
- raporty miesięczne
- raport roczny.

Dane w postaci tradycyjnej jako raporty miesięczne i analizy kwartalne przekazywane były gminom i fundatorom stacji.
Na podstawie danych Fundacji ARMAAG wykonanych zostało 6 prac magisterskich oraz jedna, obroniona z wyróżnieniem na Politechnice Warszawskiej, rozprawa doktorska.
Wyniki pomiarów przekazane zostały Pomorskiemu Inspektorowi Ochrony Środowiska i Wydziałowi Środowiska i Rolnictwa w Gdańsku jako źródło do wykonania "Oceny jakości powietrza w województwie pomorskim w roku 2004 i " Oceny stanu jakości środowiska w m. Gdańsku".
Fundacja ARMAAG intensywnie uczestniczyła w przygotowaniu aplikacji **"AIRPOMERANIA"** skierowanej do Funduszu LIFE przez Marszałka Województwa Pomorskiego.
W wyniku tej współpracy Fundacja pozyskała materiały niezbędne do rozpoczęcia prac prognostycznych, tj. mapę województwa opartą o system GIS i bazę emisji.

W raporcie zamieszczamy opracowanie autorskie związane z wykonaniem oceny statystycznej wszystkich pomiarów sieci ARMAAG Wyniki tej pracy służą ocenie jakości pracy sieci, pozwalając porównać rezultaty weryfikacji technicznej z obiektywnym modelem statystycznym. Elementy pracy znalazły się w dysertacji doktorskiej: "System prognozowania wysokich stężeń dwutlenku azotu w atmosferze na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej". Fundacja ARMAAG prezentuje tę pracę na wyłączną odpowiedzialność autora.

AM4 Gdynia Pogórze

AM6 Sopot ul.Bitwy pod Płowcami

AM10 Gdynia Port

AM3 Gdańsk Nowy port

AM9 Gdynia Redłowo

AM2 Gdańsk Stogi

AM8 Gdańsk Wrzeszcz

AM1 Gdańsk Śródmieście

AM5 Gdańsk Szadółki

AM7 Tczew ul.Targowa

2. Warunki funkcjonowania sieci ARMAAG w roku 2004

2.1. Informacje ogólne

W roku 2004 wprowadzono zmiany w organizacji sieci monitoringu krajowego. Funkcjonowanie monitoringu krajowego oparto o działanie sieci wojewódzkich monitoringów środowiska. W skład WMŚ wchodziły wybrane stacje pomiarowe wskazane przez Inspektoraty Ochrony Środowiska. Sieć ARMAAG reprezentowana była w WMŚ przez cztery stacje:

- stacja AM4 Gdynia Pogórze
- stacja AM5 Gdańsk Szadółki
- stacja AM6 Sopot
- stacja AM8 Gdańsk Wrzeszcz

Dziewięć stacji sieci ARMAAG wpisano do sieci EOINET[1], do której raportowano wyniki pomiarów przez AIRBASE[2] za pośrednictwem Instytutu Ochrony Środowiska (NFP - Narodowy Punkt Kontaktowy z EEA).
Lokalizacja stacji nie zmieniła się.

Ryc.1. Rozmieszczenie stacji ARMAAG w roku 2004

[1]Europejska Sieć Obserwacji i Informacji o Środowisku
[2]Europejska baza pomiarów jakości powietrza

2.2. Wyposażenie pomiarowe

Wyposażenie stacji monitoringu regionalnego ARMAAG w urządzenia do pomiaru stężeń zanieczyszczeń nie zmieniło się. Wymianom poddawane są sukcesywnie elementy pomiarowe części meteorologicznej.
Pomiary zanieczyszczeń gazowych w sieci ARMAAG prowadzone są zgodnie z zapisem w rozporządzeniu MŚ o metodach referencyjnych.
W dwóch stacjach pył zawieszony mierzony jest inną metodą niż w pozostałych ośmiu. Jest to metoda wagi oscylacyjnej.
Oprogramowanie zbierające i komunikacyjne nie zmieniło się. Uruchomiono stanowisko JPOAT i przeprowadzono testy wdrażające automatyczne generowanie danych z bazy ARMAAG do serwera wojewódzkiego systemu JPOAT.
Sieć ARMAAG uzupełnia jak w latach poprzednich urządzenie do pomiaru zanieczyszczeń specyficznych DOAS 2000.

2.2.1 Analiza występujących usterek i awarii

W roku 2004 odnotowano 78 interwencji serwisowych wykonanych przez operatorów sieci ARMAAG i serwis zewnętrzny.
Analizę ilości interwencji podjętych w stosunku do konkretnego elementu systemu przedstawiono w tabeli nr 1. Zdecydowana ilość interwencji dotyczyła awarii urządzeń wspomagających i systemu zbierania danych.

Lp	Element systemu	Ilość awarii	Nazwa części
Analizatory			
1.	Analizatory pyłu PM10	14	Pompy, głowice
2.	Analizator SO_2	9	lampa UV, lustra ławy optycznej, pompy
3.	Analizator NO_2	10	czujnik przepływu ozonu, chłodnica, pompy, elektrozawór
4.	Analizator O_3	4	skruber, elektrozawór
5.	Analizator CO	3	koło korelacyjne, źródło promieniowania IR
6.	Analizatory CO_2	1	koło korelacyjne
7.	Analizator NO + NH_3	1	grzałka
8.	Analizator BTX	3	kolumny, trap
Meteorologia			
9.	Czujniki parametrów meteorologicznych	2	barometr, układ pomiarowy prędkości i kierunku wiatru
System poboru próby			
10.	Kompresory	7	zawory, reduktory
11.	Manifold	1	wentylator
System zbierania i akwizycji danych			
12.	Komputer	3	dysk twardy, płyta główna
.13.	PLUTO	1	sterownik

Tabela 1. Analiza awarii w sieci ARMAAG w roku 2004

W roku 2004 nie odnotowano żadnych awarii w systemie kalibracji.

2.3. Koszty finansowe sieci

Podstawowymi kosztami funkcjonowania sieci monitoringu regionalnego ARMAAG (poza kosztami osobowymi) są koszty eksploatacji stacji lokalnych. Składnikami kosztów są:
1. Koszty energii elektrycznej (zasilanie stacji)
2. Koszty połączeń telefonicznych (przesył danych)
3. Koszty zabezpieczeń (monitoring antywłamaniowy i ubezpieczenie od kradzieży i zdarzeń losowych)
4. Koszty części zamiennych i serwisu urządzeń

2.3.1. Budżet roku 2004

Coroczny budżet Fundacji obejmuje koszty osobowe, koszty eksploatacji stacji, koszty administracyjne oraz koszty prac rozwojowych.
W roku 2004 preliminowany budżet wynosił 867 550 zł łącznie z kosztami zakupu urządzeń do wymiany i kosztami uzyskania certyfikatu ISO17025.
Łączna kwota pozyskanych dotacji wyniosła 646 848, 76 zł. W ramach pozyskanych dotacji sfinansowano działalność podstawową i zakupiono komputer do stanowiska JPOAT oraz zrealizowano w całym zakresie zadanie informacji publicznej o jakości powietrza w aglomeracji trójmiejskiej i Tczewie.
Z powodu braku środków nie zrealizowano modernizacji systemu zbierania danych w stacjach lokalnych. Nie zakupiono również żadnych nowych urządzeń.

3. JAKOŚĆ POMIARÓW

Szczegółowe wymagania dla ilości ważnych wyników precyzuje decyzja KE 97/101/EC o wymianie informacji zaktualizowana przez decyzję 2001/752/EC. Dla danych 1h minimum ważnych danych wynosi 75%.
Dla danych średniorocznych ilość ważnych danych nie może być mniejsza niż 50% w każdym sezonie, przy czym stosunek ilości danych sezonu grzewczego do sezonu letniego nie może być większy niż 2. Minimalna ilość ważnych danych do obliczania średniej 24 godzinnej musi być większa niż 50%, przy czym przerwa pomiarowa nie może być dłuższa niż 6 kolejnych godzin.
W Polsce ilość ważnych danych dla pomiarów automatycznych wynosi 90% dla 95% przedziału ufności.

3.1. Ważne wyniki

W roku 2004 ilość ważnych danych w stosunku do lat poprzednich wzrosła. Na żadnej ze stacji nie zanotowano przerw pomiarowych dłuższych niż tydzień, z wyjątkiem analizatora CO_2 wypożyczonego w grudniu 2004 do stacji IOŚ w Puszczy Boreckiej.

Lp	Analizatory	Ilość sztuk	średni % ważnych danych		
			2002	2003	2004
1.	Dwutlenek siarki SO_2	9	96, 3	91, 97	97, 7
2.	Dwutlenek azotu NO_2	10	94, 7	97, 32	95, 2
3.	Ozon O_3	4	93, 6	98, 70	97, 1
4.	Dwutlenek węgla CO_2	2	99, 0	94, 75	94, 5
5.	Tlenek węgla CO	6	95, 3	95, 23	98, 0
6.	Pył PM10	10	94, 3	95, 23	97, 5
7.	Benzen, toluen, ksylen BTX	1	*76, 9*	61, 42	76, 7
8.	Amoniak NH_3	1		66, 00	76, 7

Tabela 3. Średni procent ważnych danych w sieci ARMAAG

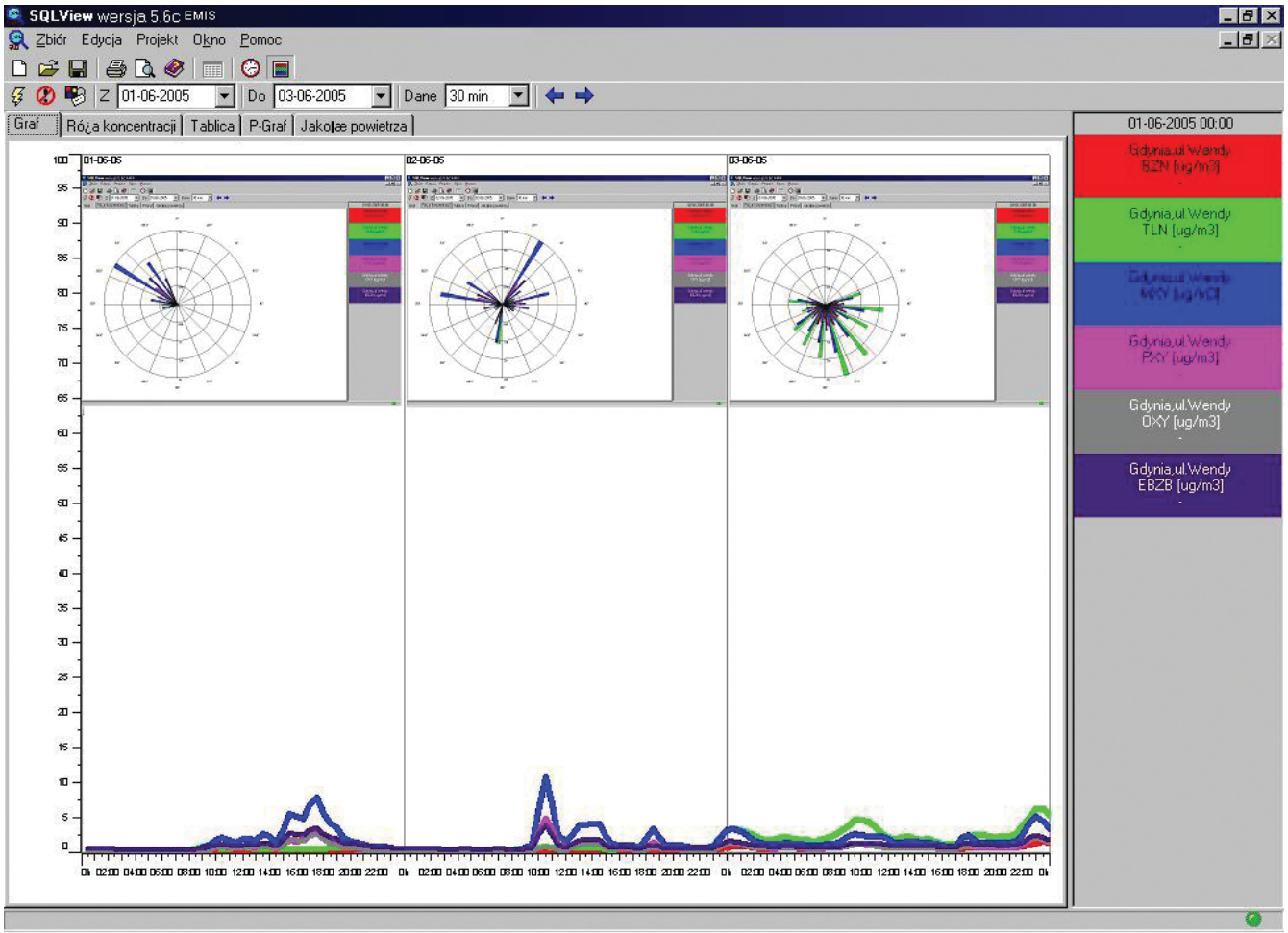
3.2. Procedury zapewnienia jakości

Przygotowując się do wystąpienia o akredytację, pracownicy sieci ARMAAG doskonalili procedury obsługi profilaktycznej stacji, weryfikacji wyników, walidacji danych, postępowania z klientami, współpracy z serwisem zewnętrznym, realizacji zamówień materiałów.
Jednocześnie prowadzono prace, zmierzające do wdrożenia systemu weryfikacji wyników metodami statystycznymi. Jest to kolejny etap potwierdzania jakości wyników w obiektywnej ocenie matematycznej. Efekty tej pracy znajdują się w artykule umieszczonym w raporcie.

3.2.1 Procedura wstępnej weryfikacji wyników

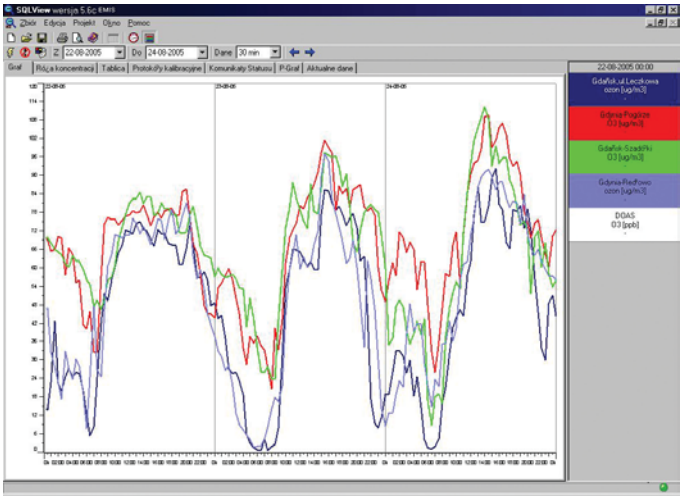
Procedura sprawdzania wyników źródłowych obejmuje:

a) sprawdzanie poprawności połączeń (Ryc. 2)



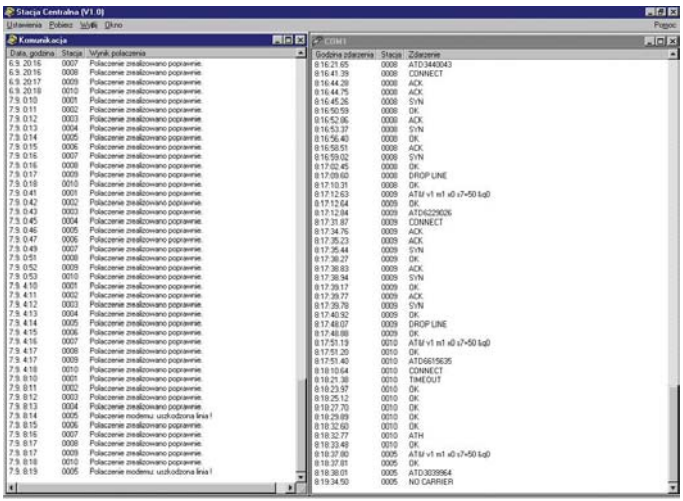
Ryc.2. Sprawdzanie poprawności połączeń

b) sprawdzanie ilości pomiarów (Ryc. 3)



Ryc.3. Sprawdzanie ilości pomiarów

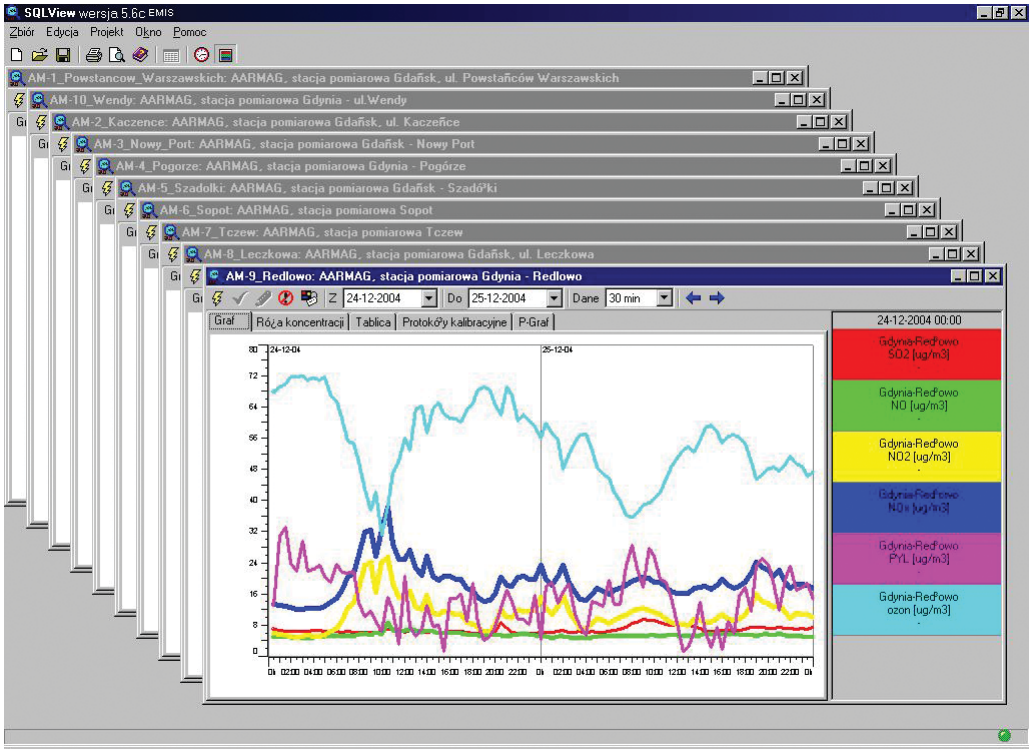
c) analiza techniczna (Ryc. 4)



Ryc.4. Porównanie wskazań analizatorów tego samego zanieczyszczenia

d) analiza merytoryczna (Ryc. 4)

Analiza merytoryczna obejmuje sprawdzenie relacji pomiędzy wynikami pomiarów stężeń substancji a warunkami meteorologicznymi. Na poniższej rycinie przedstawiono wyniki pomiarów BTX z trzech kolejnych dni pomiarowych. Wyraźnie występujące "szczyty" mają swoje uzasadnienie po analizie kierunków wiatru: w pierwszym przypadku kierunek wiatru nawiewał zanieczyszczenie od strony Stoczni Gdynia S.A., w drugim zaś od Stoczni Nauta. Trzeciego dnia, przy wiatrach z kierunków południowych, nastąpiło obniżenie poziomu stężeń.



Ryc.5.. Analiza wskazań analizatorów i kierunków wiatrów

e) sprawdzenie zapisów kalibracyjnych
f) wpis do dziennika zdarzeń

Na tym zakończona zostaje procedura weryfikacji wstępnej, a rozpoczyna się procedura walidacji danych.

3.2.2 Procedura walidacji

Procedura walidacji poprzedza przesyłanie danych do systemu JPOAT i na stronę www.
W bazie podstawowej zaznaczane są dane ewidentnie złe, dane niepewne do wyjaśnienia i wprowadzone poprawki przez administratora.
Walidacja danych odbywa się na bieżąco.

3.3. Procedury operacyjne

Po przekazaniu informacji o jakości danych podejmowane są odpowiednie procedury operacyjne.
Te procedury obejmują obsługę profilaktyczną stacji, postępowanie na wypadek awarii, kalibracje sprawdzające.

4. Wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń

Pomiary zanieczyszczeń powietrza 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 dla obliczania wartości średnich oraz percentyli była zgodna z wymaganiami dla pomiarów ciągłych.
Wyniki pomiarów zanieczyszczeń omówiono w odniesieniu do obowiązujących od lipca 2002 dopuszczalnych poziomów substancji i czasów uśredniania.

Pozyskane wyniki 30-minutowe zagregowano do danych 1-godzinnych, z których następnie utworzono zbiory danych:
- 8-godzinnych kroczących,
- dobowych (24h),
- sezonowych (sezon letni kwiecień-wrzesień i sezon grzewczy (październik-marzec),
- rocznych.

W omówieniu wyników stosowano normy obowiązujące dla obszaru (stacje w Gdańsku, Gdyni i Tczewie) i uzdrowiska (Sopot).
Na wykresach poziomy odniesień oznaczono w postaci:

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

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 czcionką czerwoną.
W odniesieniu do częstości występowania stężeń w określonych przedziałach zastosowano następujące kryteria liczbowe i opisowe:

Przedział % badanego stężenia	Opis stanu
<20	bardzo dobry
20-40	dobry
40-60	przeciętny
60-80	dostateczny
80-100	niedostateczny
>100	zły

4.1 Dwutlenek siarki

Pomiar dwutlenku siarki wykonywany był na wszystkich stacjach, z wyjątkiem stacji AM10. Na ośmiu stacjach pomiar wykonywany był przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 43C, w stacji w Gdańsku Śródmieściu przyrządem firmy API. W roku 2004 wszystkie analizatory włączone zostały w system automatycznej kalibracji z zapisem przebiegu kalibracji i parametrów w stacji centralnej.
Ilość ważnych danych z analizatorów dwutlenku siarki pozyskanych w roku 2004 przedstawia się następująco:

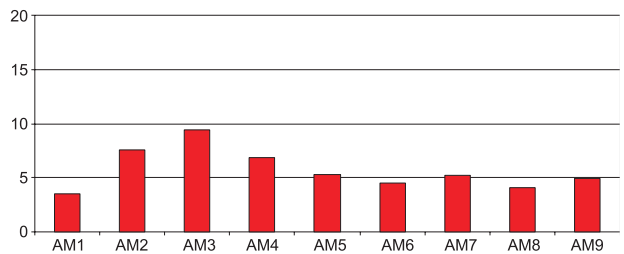
Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1	99,4	99,0	99,8	1,01
AM2	99,6	99,7	99,4	1,00
AM3	99,1	99,3	99,0	1,00
AM4	92,5	87,0	98,0	1,12
AM5	98,4	99,0	97,7	0,99
AM6	99,0	98,7	99,2	1,00
AM7	96,8	95,8	97,9	1,02
AM8	100,0	99,0	100,0	1,00
AM9	94,2	90,7	97,8	1,08
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Tabela 4. Kompletność serii pomiarowych SO_2

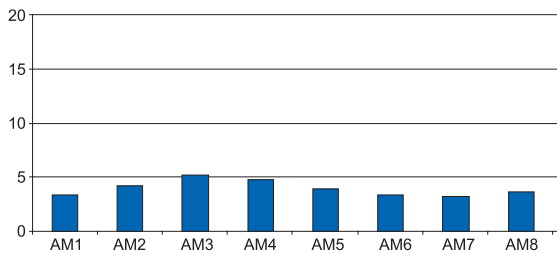
Dla wszystkich analizatorów (za wyjątkiem sezonu grzewczego dla stacji AM4) uzyskano wymaganą ilość ważnych danych.
Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych na poszczególnych stacjach przedstawiono w tabeli 5 i na rycinach 6, 7, 8.
W poszczególnych stacjach w roku 2004 średnioroczne i średniookresowe stężenia dwutlenku siarki przedstawiały się następująco:

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

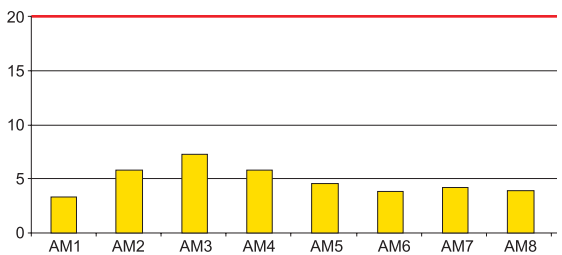
Tabela 5. SO_2 - stężenia średnioroczne i średniookresowe



Ryc.6. SO_2 - stężenia w okresie grzewczym [$\mu g/m^3$]



Ryc.7. SO_2 - stężenia w okresie letnim [$\mu g/m^3$]



Ryc.8. SO_2 - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]

[1] *Ze względu na ochronę roślin*

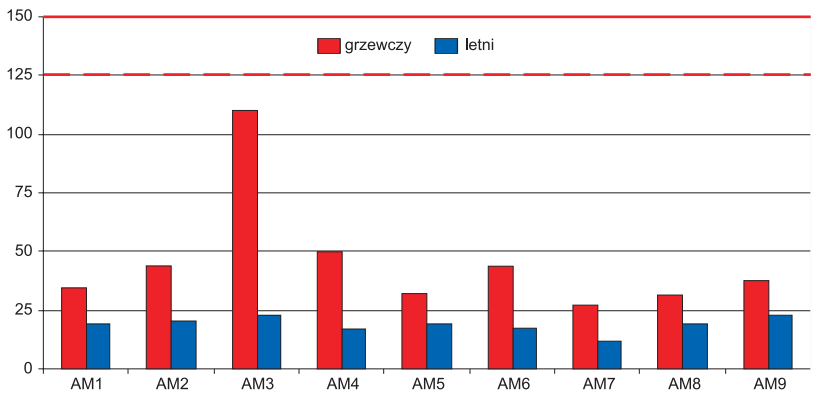
4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Średnioroczne stężenia dwutlenku siarki we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnej i wynosiły od 34% (AM1) do 63% (AM3) poziomu dopuszczalnego.

Stacja	Maksymalne stężenia średniodobowe [$\mu g/m^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	32, 5	17, 0
AM2 - Gdańsk Stogi	41, 0	16, 6
AM3 - Gdańsk Nowy Port	107, 0	20, 3
AM4 - Gdynia Pogórze	47, 6	15, 9
AM5 - Gdańsk Szadółki	27, 9	14, 7
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	39, 7	13, 1
AM7 - Tczew ul.Targowa	22, 2	8, 1
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	28, 7	15, 8
AM9 - Gdynia Redłowo	34, 4	19, 0
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu g/m^3$]	obszar 150	uzdrowisko 125
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	3	

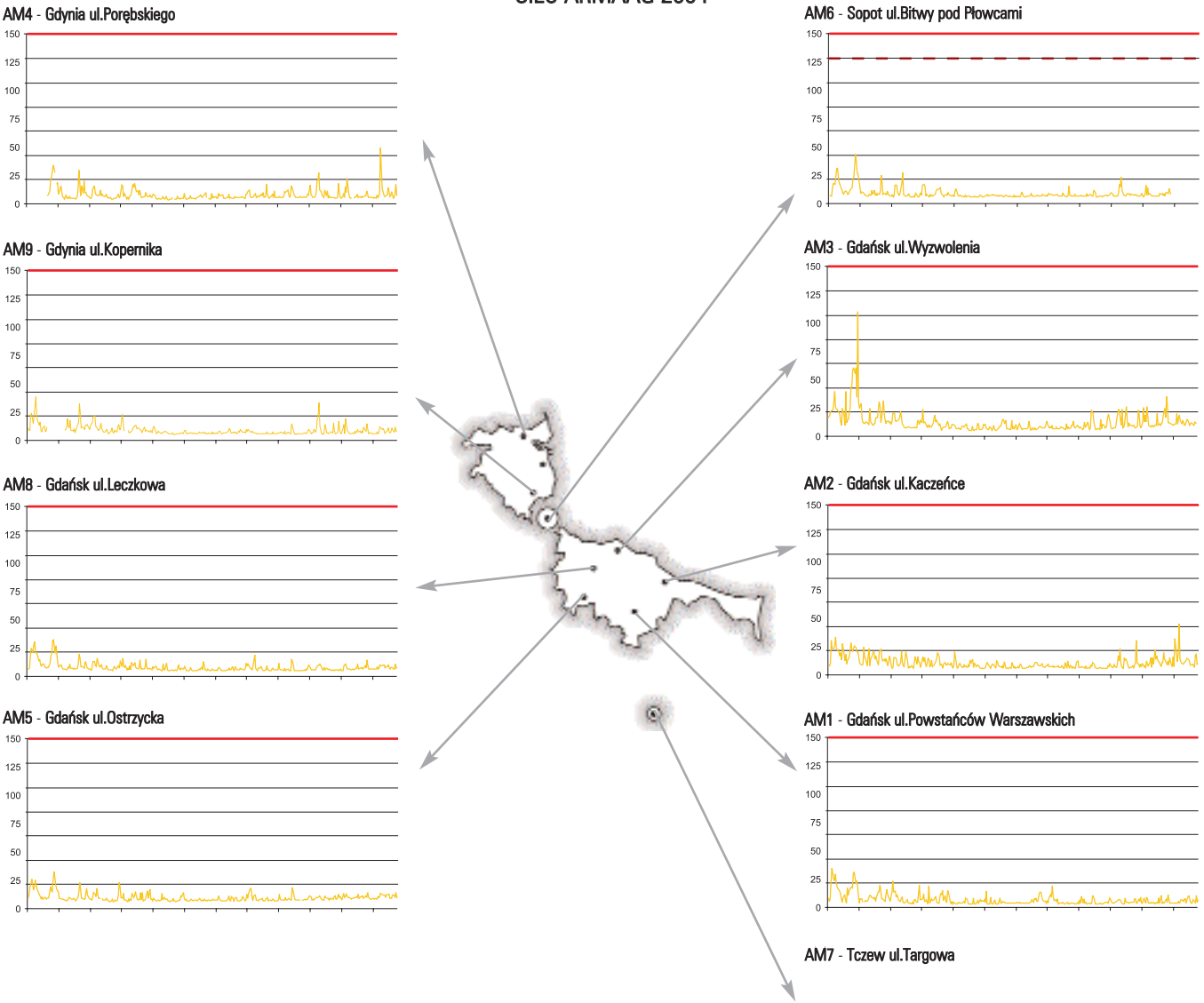
Tabela 6. SO_2 - maksymalne stężenia średniodobowe [$\mu g/m^3$]

W roku 2004 nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości **stężeń 24h (średniodobowych)** dwutlenku siarki. Maksymalne stężenie średniodobowe zanotowano (podobnie jak w roku 2004) w okresie grzewczym w stacji nr 3 w Gdańsku Nowym Porcie w dniu 31 stycznia 2004. 1Wyniosło ono 107 $\mu g/m^3$ tj. 71,3% normy dopuszczalnej. W Sopocie, w którym obowiązują normy dla uzdrowiska, maksymalna wartość stężenia średniodobowego osiągnęła 31, 8% normy tj. 39,7 $\mu g/m^3$ w dniu 27 stycznia.
Maksymalne wartości stężeń średniodobowych były znacznie wyższe w sezonie grzewczym nawet czterokrotnie (stacja w Nowym Porcie).



Ryc.9. SO_2 - maksymalne stężenia średniodobowe

SIEĆ ARMAAG 2004

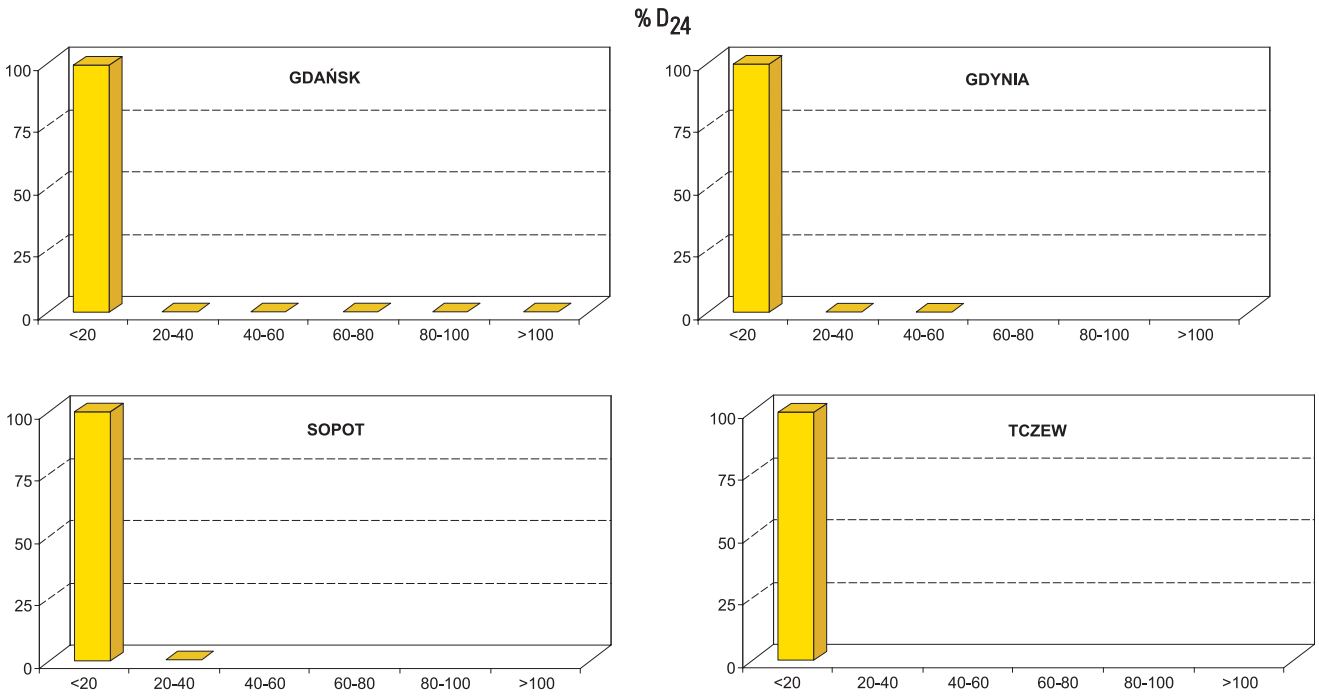


Ryc.10. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń SO_2 w roku 2004 [$\mu g/m^3$]

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Oprócz bezwzględnych wartości ważne dla oceny jakości powietrza są częstości występowania określonych przedziałów poziomów stężeń. Na rycinie 8 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń dwutlenku siarki o czasie uśredniania 24h na obszarze Gdańska (na podstawie wyników z 5 stacji),Gdyni (2 stacje) i Sopotu i Tczewa (po jednej stacji).

Przedział % D_{24h}	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	99,3	99,5	98,9	100,0
20-40	0,65	0,5	1,1	0,0
40-60	0	0,0	0,0	0,0
60-80	0,05	0,0	0,0	0,0
80-100	0	0,0	0,0	0,0
>100	0	0,0	0,0	0,0



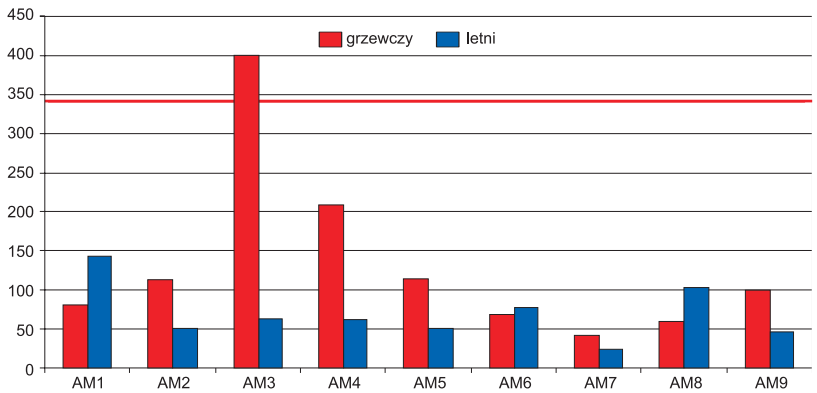
Ryc.11. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń SO_2 w określonych przedziałach stężeń

W 2004 roku we wszystkich czterech miastach nie występowały stężenia 24h wyższe niż 60% normy. Prawie 98% wyników mieści się w zakresie do 20% wartości dopuszczalnych.
W Sopocie 97,8% danych to wartości w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej (dla uzdrowisk = **125 $\mu g/m^3$**) i 2,2% w przedziale 21-40%.

W roku 2004 odnotowano przekroczenia wartości **stężeń 1h (chwilowych)**.
Maksymalne stężenie dwutlenku siarki **S1h = 403 $\mu g/m^3$** zmierzono w stacji nr 3 w Gdańsku przy ul. Wyzwolenia w dniu 31 stycznia o godzinie 15. Wysokie stężenia dwutlenku siarki notowane były również w stacji AM4.

Stacja	Maksymalne stężenia 1h [$\mu g/m^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	80, 2	141, 1
AM2 - Gdańsk Stogi	114, 1	49, 7
AM3 - Gdańsk Nowy Port	403, 0	63, 0
AM4 - Gdynia Pogórze	208, 3	64, 3
AM5 - Gdańsk Szadółki	113, 8	50, 7
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	69, 1	75, 6
AM7 - Tczew ul.Targowa	43, 8	23, 7
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	60, 6	102, 4
AM9 - Gdynia Redłowo	97, 8	44, 9
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu g/m^3$]	obszar 350	uzdrowisko 350
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	24	

Tabela 7. SO_2 - maksymalne stężenia 1h [$\mu g/m^3$]



Ryc.12. SO_2 - maksymalne wartości stężeń chwilowych [$\mu g/m^3$]

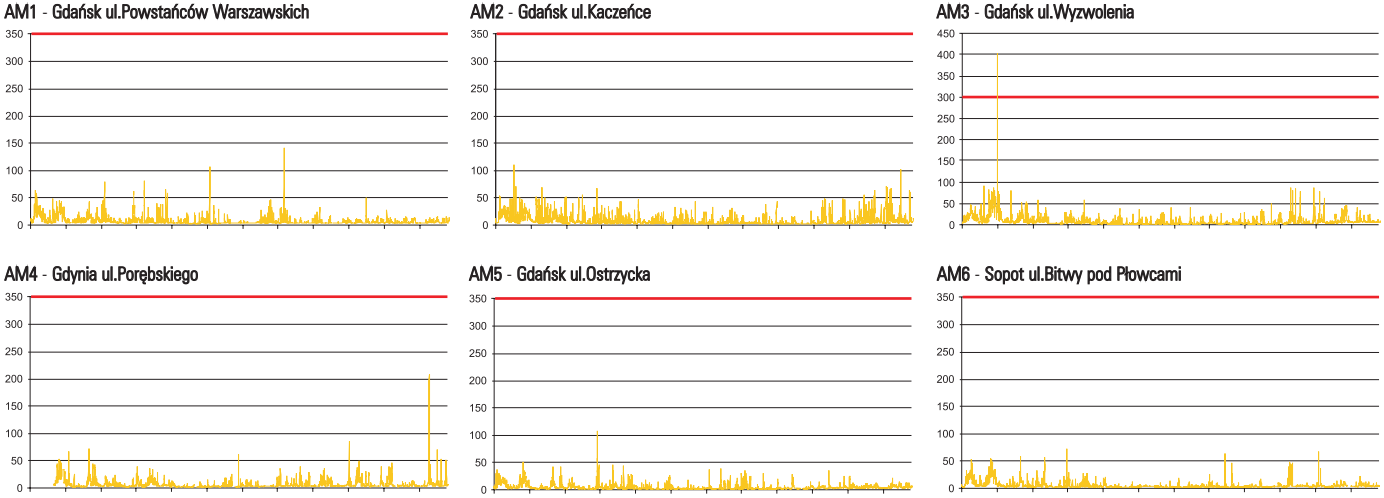
4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

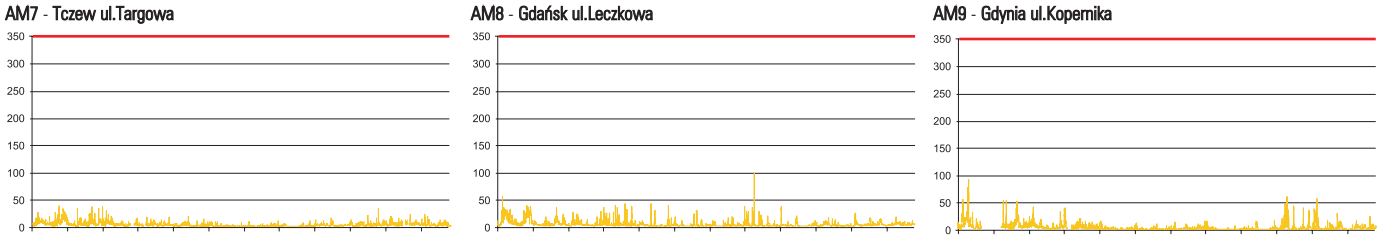
Maksymalne wartości stężeń wahały się od 114,1% w stacji nr 3 w okresie grzewczym do 5,7% w stacji nr 7 w okresie letnim. Stężenia wyższe niż 350 [$\mu g/m^3$] występowały przez 2 godziny.

Zagregowane wyniki dla obszarów miast pokazują, że w Gdańsku i Gdyni 99,8% stężeń 1 godzinnych osiągało poziomy do 20% wartości dopuszczalnej, zaś w Sopocie i Tczewie stężenia powyżej 70 $\mu g/m^3$ w roku 2004 nie występowały.

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	**99, 8**	**99, 9**	**100, 0**	**100, 0**
20-40	0, 1	0, 5	0, 0	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

Przebiegi stężeń jednogodzinnych na poszczególnych stacjach pokazano na rycinie poniżej.





Ryc.13. Przeciętne przebiegi stężeń 1h SO_2 w roku 2004 [µg/m^3]

4.2. 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.

Stacja	% ważnych danych									Stosunek danych sezongrzewczy/ sezon letni dla NO_2
	rok			sezon grzewczy			sezon letni			
	NO	NO_2	NO_x	NO	NO_2	NO_x	NO	NO_2	NO_x	
AM1	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	1,00
AM2	95,6	95,6	95,6	91,8	91,8	91,8	99,4	99,4	99,4	1,09
AM3	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9	94,9	1,10
AM4	98,1	98,1	98,1	98,2	98,2	98,2	98,0	98,0	98,0	1,00
AM5	95,0	95,0	95,0	92,3	92,3	92,3	97,7	97,7	97,7	1,06
AM6	99,1	99,1	99,1	98,3	98,3	98,3	99,8	99,8	99,8	1,01
AM7	*87,3*	*87,3*	*87,3*	*86,8*	*86,8*	*86,8*	*87,8*	*87,8*	*87,8*	1,01
AM8	96,9	96,9	96,9	94,2	94,2	94,2	99,6	99,6	99,6	1,05
AM9	99,6	99,6	99,6	100,0	100,0	100,0	99,1	99,1	99,1	0,99
AM10	*85,7*	*85,7*		*88,5*	*88,5*		*82,9*	*82,9*		0,93
Minimalny procent ważnych danych	90	90	90	90	90 lub 75	90 lub 75	90	90	90	poniżej 2

Tabela 8. Kompletność serii pomiarowych NO w roku 2004

Kompletne obliczenia wykonano dla wszystkich stacji.
Dla stacji AM7 i AM10 wartości maksymalne oznaczono kursywą, bowiem zgodnie z polskim prawem nie osiągnęły one wymaganych (90%) ilości ważnych danych.

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

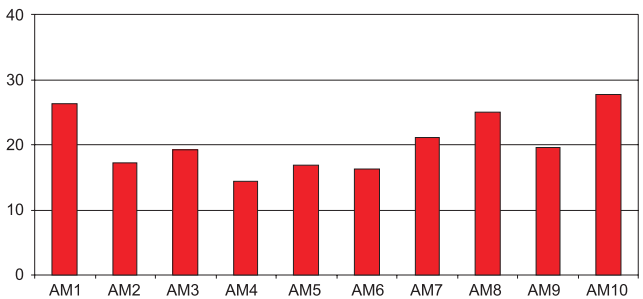
4.2.1. Dwutlenek azotu

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 9 i na rycinach 11, 12, 13.
W poszczególnych stacjach w roku 2004 średnioroczne i średniookresowe stężenia zanieczyszczeń przedstawiały się następująco:

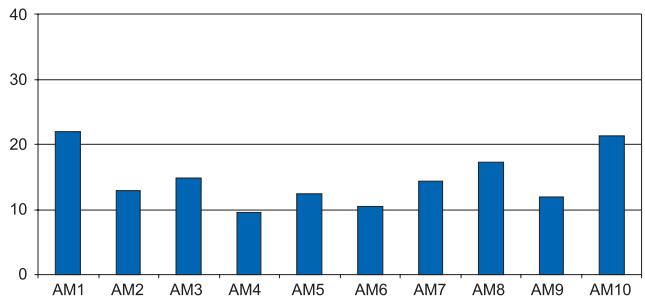
Stacja	Stężenia średniookresowe iśredniorocznе [$\mu g/m^3$]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	26, 4	21, 9	24, 1
AM2 - Gdańsk Stogi	17, 1	12, 8	14, 8
AM3 - Gdańsk Nowy Port	19, 2	14, 7	16, 9
AM4 - Gdynia Pogórze	14, 2	9, 7	12, 0
AM5 - Gdańsk Szadółki	17, 0	12, 6	14, 7
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	16, 4	10, 7	13, 6
AM7 - Tczew ul.Targowa	21, 2	14, 4	17, 7
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	25, 1	17, 3	21, 1
AM9 - Gdynia Redłowo	19, 5	12, 2	15, 9
AM10 - Gdynia Port	27, 7	21, 3	24, 6
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [$\mu g/m^3$]	obszar 40	uzdrowisko 35	

Tabela 9. NO_2 - stężenia średnioroczne i średniookresowe

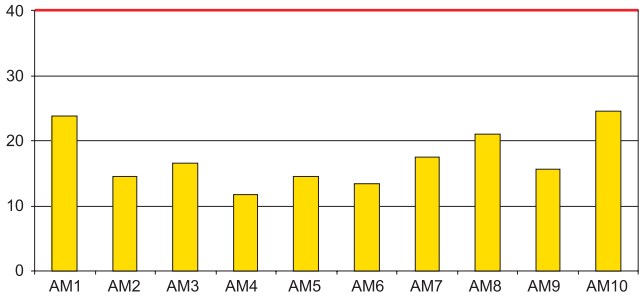
Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 31,0% (AM4) do 61, 5% (AM10) poziomu dopuszczalnego.



Ryc.14. NO_2 -stężenia w okresie grzewczym [$\mu g/m^3$]



Ryc.15. NO_2 - stężenia w okresie letnim [$\mu g/m^3$]



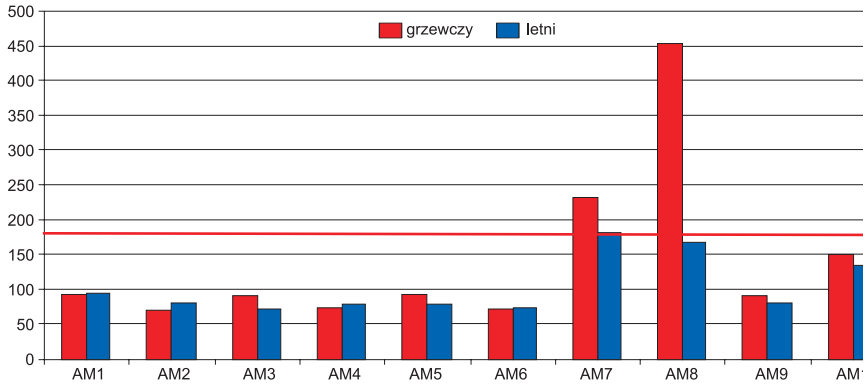
Ryc.16. NO_2 - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]

Przekroczenia wartości **stężeń 1h** (chwilowych) w 2004 roku zanotowano w stacjach AM8 i AM10. Maksymalne stężenie dwutlenku azotu **$S1h_{max}$ = 453, 4 $\mu g/m^3$** zmierzono w stacji nr 8 w Gdańsku przy ul. Leczkowa w dniu 6 stycznia o godzinie 9. Temperatura wynosiła -9,0°C.i wysokie stężenie było efektem nakładania się emisji z ogrzewania i z komunikacji. Na tej stacji stężenia wyższe niż dopuszczalne odnotowano 14 razy, przy czym dotyczyło to 4 dni w roku o temperaturach od -3,5°C do - 10,7°C.
Stężenie wyższe niż dopuszczalne = **231, 9 $\mu g/m3$** odnotowano również w stacji nr 7 w Tczewie. Stężenie zmierzono w dniu 22 stycznia o godzinie 7 przy temp. -10,7°C. Był to pojedynczy incydent.

Stacja	Stężenia średniookresowe [$\mu g/m^3$]		Ilość przekroczeń
	grzewczy	letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	95, 5	95, 1	
AM2 - Gdańsk Stogi	70, 8	79, 8	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	**92, 6**	73, 7	
AM4 - Gdynia Pogórze	74, 5	77, 3	
AM5 - Gdańsk Szadółki	95, 4	77, 1	
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	74, 0	72, 7	
AM7 - Tczew ul.Targowa	**231, 9**	176, 6	1
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	**453, 4**	166, 7	14
AM9 - Gdynia Redłowo	93, 3	80, 7	
AM10 - Gdynia Port	**148, 4**	134, 7	
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [$\mu g/m^3$]	*200*		
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	*18*		

Tabela 10. NO_2 - maksymalne stężenia 1h [$\mu g/m^3$]

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



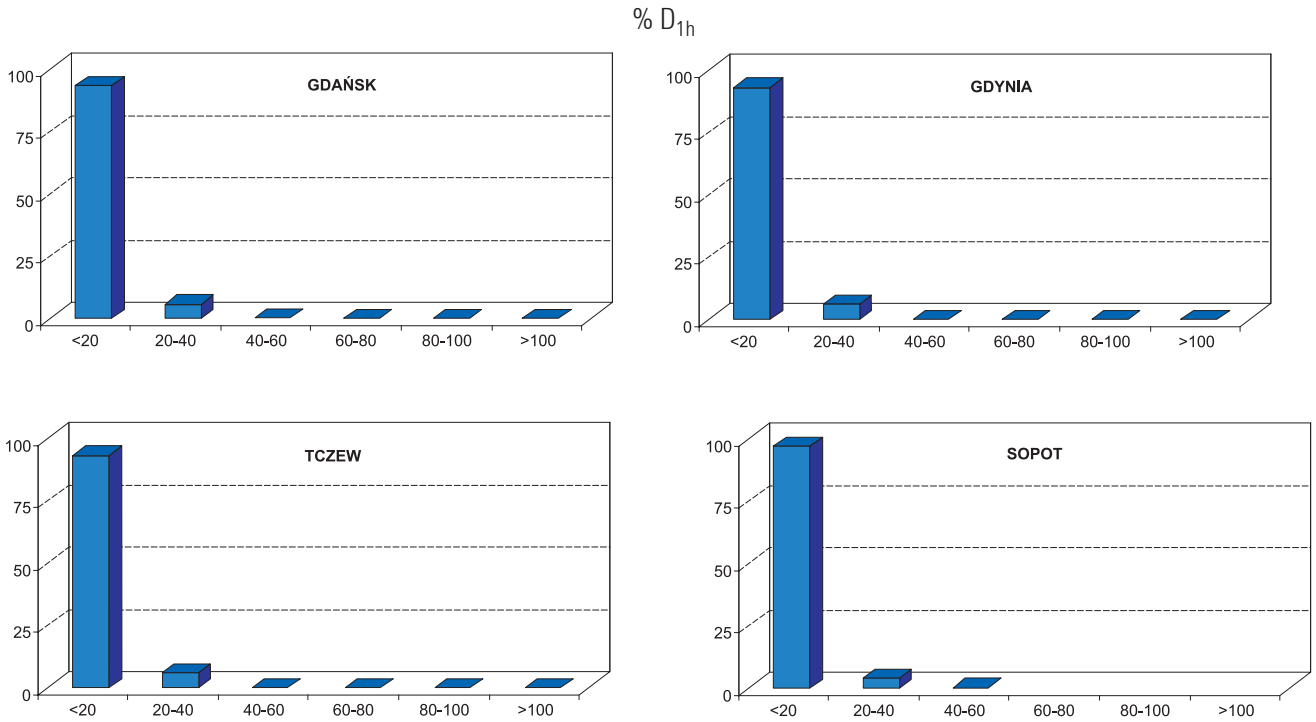
Ryc.17. NO_2 - maksymalne wartości stężeń 1h [$\mu g/m^3$]

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 2004 praktycznie nie odnotowano stężeń powyżej 40%.

Przedział $\%D_{1h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	93, 2	93, 6	97, 0	93, 8
20-40	6, 4	6, 0	3, 0	5, 7
40-60	0, 3	0, 3	0, 0	0, 5
60-80	0, 1	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.

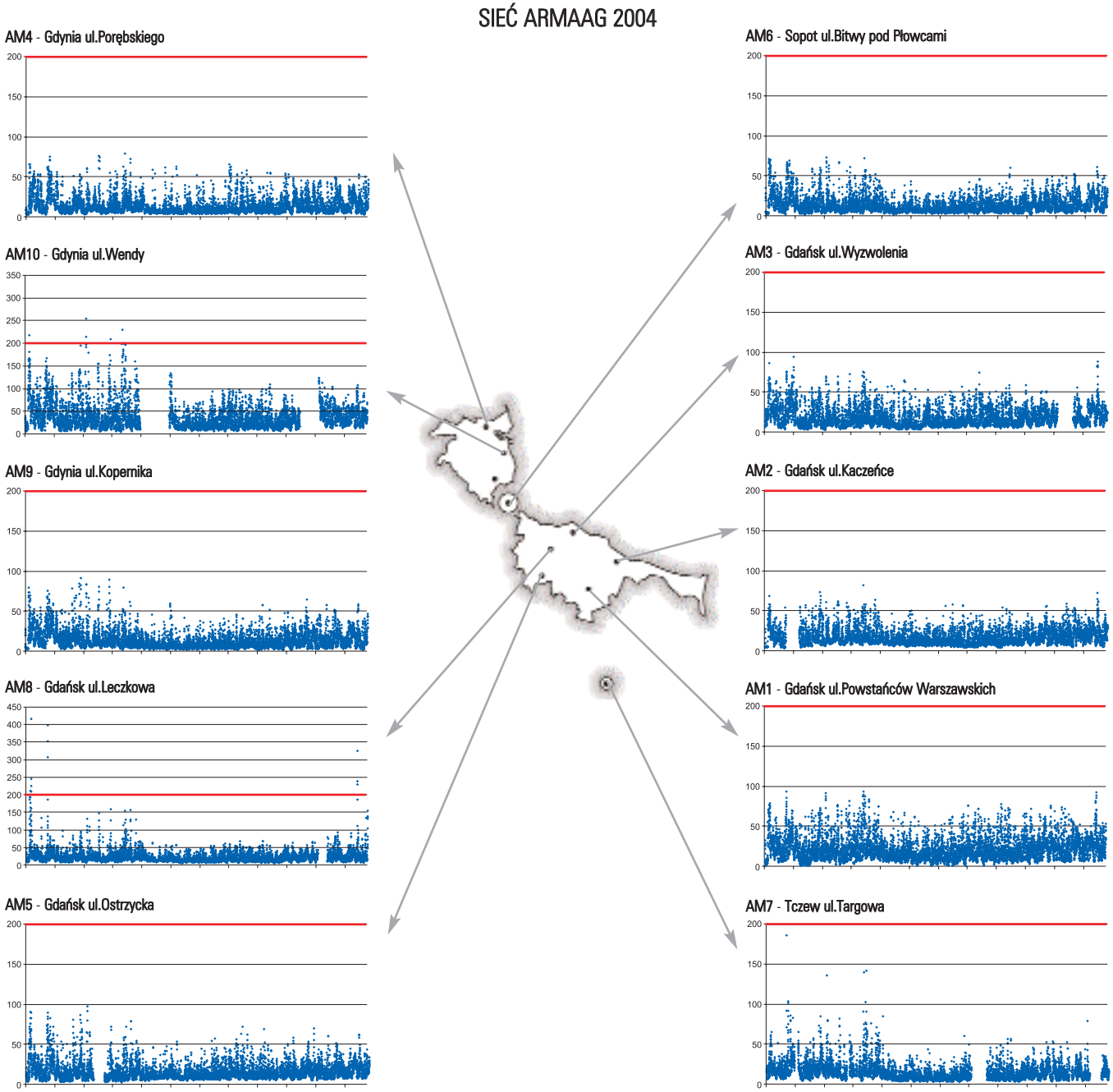


Ryc.18. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń NO_2 w określonych przedziałach stężeń

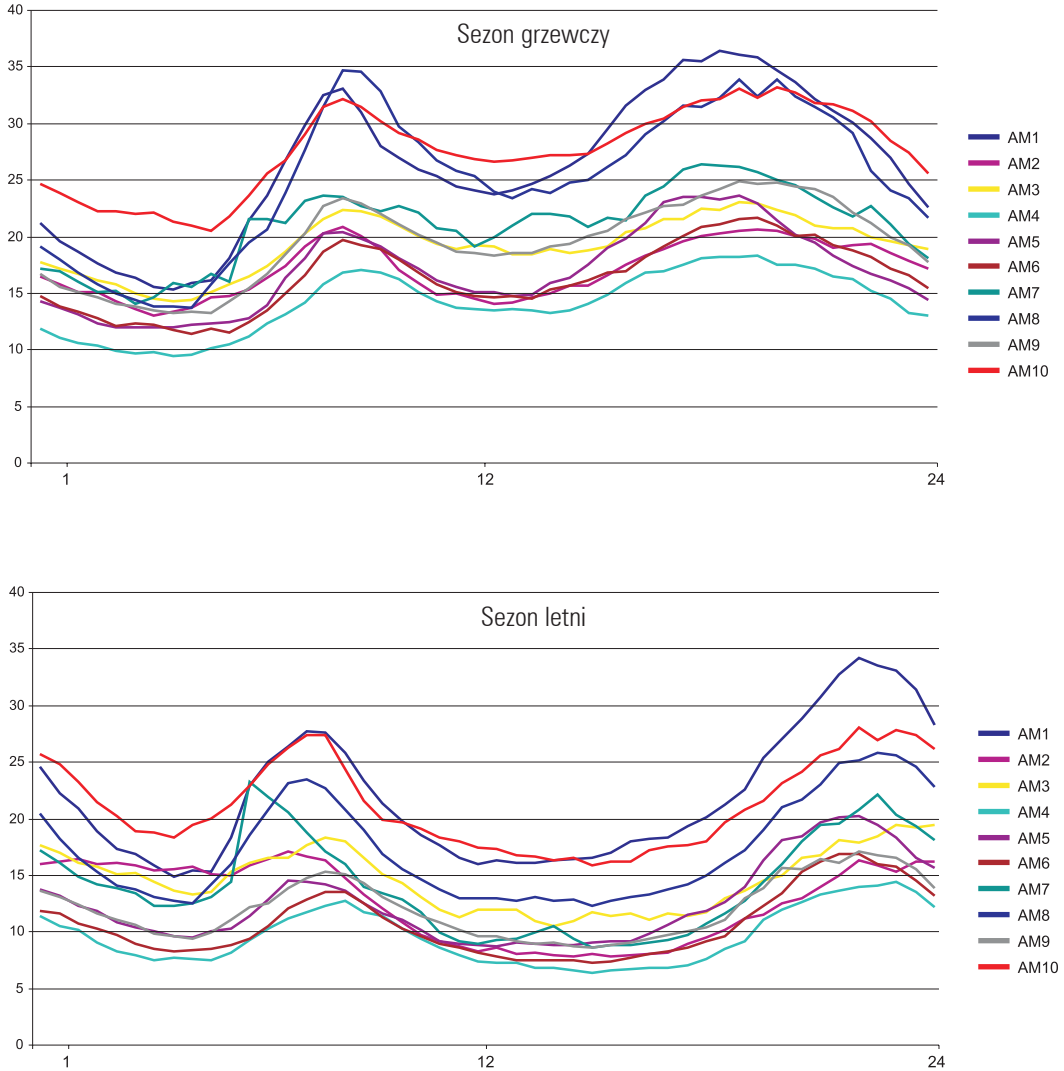
Charakterystykę zmienności stężeń w okresie całego roku na poszczególnych stacjach przedstawiono na rycinie 19 poniżej.

Przedstawiono także stężenia tlenków azotu mierzone w pobliżu tras komunikacyjnych. Maja one charakterystyczny przebieg, wyraźnie wyższe stężenia występują podczas tzw. szczytów komunikacyjnych. Stacją, która mierzy oddziaływanie emisji komunikacyjnej jest stacja w Gdańsku przy ul. Powstańców Warszawskich, która łączy duże osiedla z centrum Gdańska.

Na rycinie 19 przedstawiono przeciętne dobowe przebiegi stężeń jednogodzinnych dwutlenku azotu dla sezonu grzewczego i sezonu letniego.



Ryc.19. Częstość występowania uśrednionych 1h wyników pomiarów stężeń NO_2 w określonych przedziałach stężeń



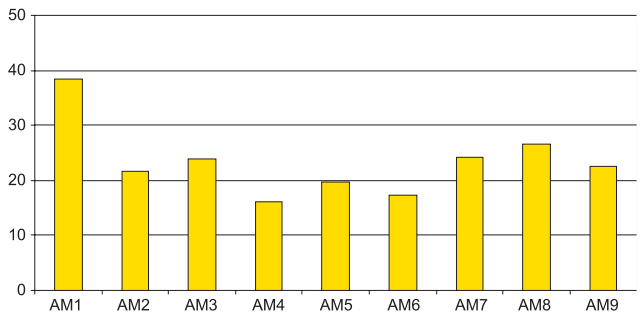
Ryc.20. Przeciętne dobowe przebiegi stężeń jednogodzinnych NO_2 w sezonie grzewczym i sezonie letnim

4.2.2. 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, przy czym dla stacji nr 10 tlenki azotu podawane są jako wynik z przeliczenia pomiaru tlenku i dwutlenku azotu (inna metoda pomiarowa).
Wartości stężeń przedstawiono w tabeli 11 i na rycinie 21.

Stacja	Stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]
	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	38, 39
AM2 - Gdańsk Stogi	21, 73
AM3 - Gdańsk Nowy Port	24, 02
AM4 - Gdynia Pogórze	16, 30
AM5 - Gdańsk Szadółki	19, 68
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	17, 61
AM7 - Tczew ul.Targowa	24, 55
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	27, 03
AM9 - Gdynia Redłowo	22, 52
AM10 - Gdynia Port	59, 94
Dopuszczalny poziom tlenków azotu w powietrzu [$\mu g/m^3$]*	30

Tabela 11. NO_2 - stężenia średnioroczne

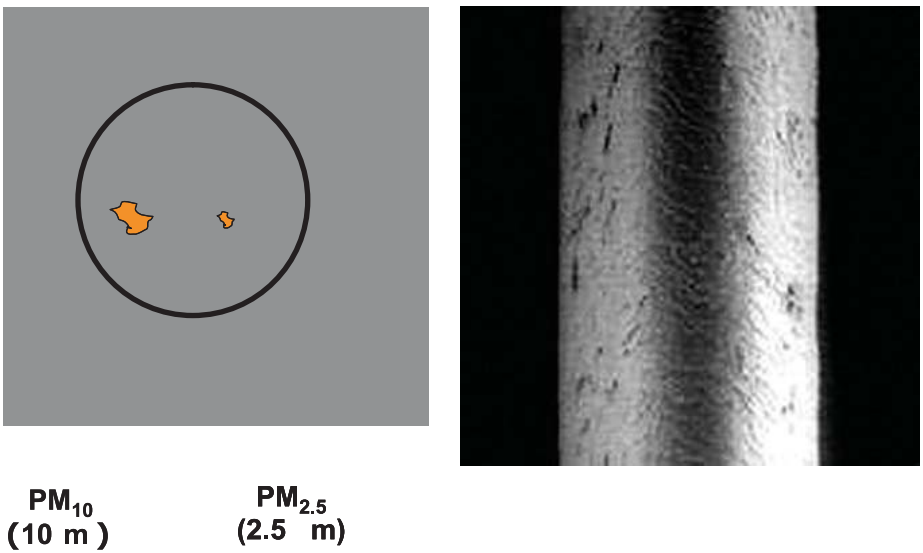


Ryc.21. Tlenki azotu - stężenia średnioroczne [$\mu g/m^3$]

W obu przypadkach - tlenków azotu i dwutlenku azotu - wyraźnie wyższe stężenia wystąpiły w stacjach nr 1 w Gdańsku oraz nr 10 w Gdyni. Na tych stacjach pomiary rejestrują oddziaływanie emisji komunikacyjnej z wysokoobciążonych ruchem ulic miast.

4.3. 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 powstają w atmosferze w rezultacie reakcji i procesów przy transporcie na większe odległości gazów: SO_2, NO_x, NH_3 oraz lotnych związków organicznych LZO - emisja wtórna[1]. Wielkość cząstek pyłu PM10 i pyłu PM2, 5 pokazano na rycinie poniżej w relacji do średnicy ludzkiego włosa[2].



Ryc.22. Porównanie wielkości cząstek PM10 i PM2,5 z grubością ludzkiego włosa.

Zgodnie z Rozporządzeniem[3] jako metodę referencyjną dla pomiaru pyłu PM10 uznaje się metodę manualną wagową. W Rozporządzeniu[4] jako metodę pozyskiwania informacji o stężeniach PM10 podaje się metodę automatyczną. W roku 2004 pył PM10 w stacjach ARMAAG mierzony był dwiema metodami automatycznymi (podobnie jak w innych stacjach sieci EUROAIRNET): 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 13.

[1] *Raport stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001. W-wa 2004*
[2] *M. Lipsett, California Office of Environmental Health Hazard Assessment*
[3] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu*
[4] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2002 w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku w sieciach teleinformatycznych*

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1	99,4	100,0	98,8	0,99
AM2	94,4	99,7	83,1	0,83
AM3	99,2	98,7	99,6	1,01
AM4	97,2	96,8	97,7	1,01
AM5	96,5	96,7	96,3	0,99
AM6	96,0	94,9	97,1	1,02
AM7	96,5	95,5	97,6	1,02
AM8	99,3	98,7	100,0	1,01
AM9	99,6	100,0	99,2	0,99
AM10	99,6	99,9	99,9	1,00
Minimalna ilość ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Tabela 12. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w roku 2004

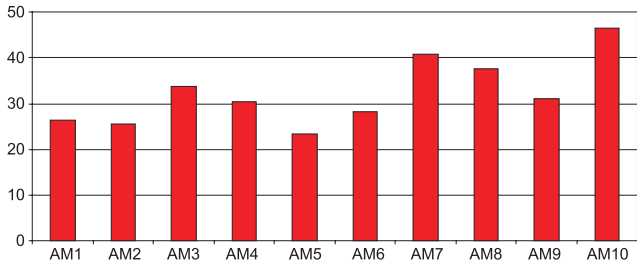
Poziomy dopuszczalne dla pyłu PM10 określone ze względu na ochronę zdrowia odnoszą się do okresu doby i roku. Wartości chwilowe jednogodzinne można odnosić dla tzw. wartości odniesienia dla celów projektowych.

Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych obliczone dla wszystkich okresów (ilość ważnych danych powyżej 50%) przedstawiono w tabeli 14 i na rycinach 23, 24, 25. W poszczególnych stacjach w roku 2004 średnioroczne i średniookresowe stężenia pyłu PM10 przedstawiały się następująco:

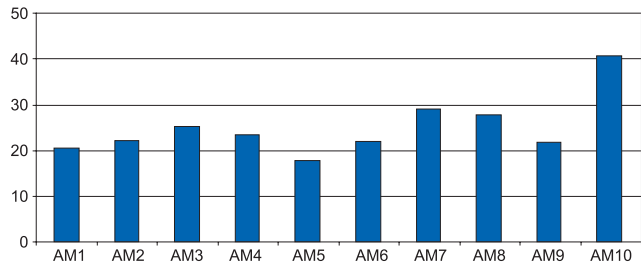
Stacja	Stężenia średniookresowe i średnioroczne [$\mu g/m^3$]		
	grzewczy	letni	rok
AM1 - Gdańsk Śródmieście	26, 3	20, 6	23, 5
AM2 - Gdańsk Stogi	25, 58	22, 2	24, 0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	33, 5	25, 4	29, 5
AM4 - Gdynia Pogórze	30, 3	23, 4	26, 9
AM5 - Gdańsk Szadółki	23, 4	18, 0	20, 7
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	28, 4	22, 3	25, 3
AM7 - Tczew ul.Targowa	40, 7	29, 4	35, 0
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	37, 8	27, 8	32, 0
AM9 - Gdynia Redłowo	30, 9	22, 0	26, 5
AM10 - Gdynia Port	46, 6	40, 6	43, 6
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [$\mu g/m^3$]	40		

Tabela 13. Pył PM10 - stężenia średnioroczne i średniookresowe

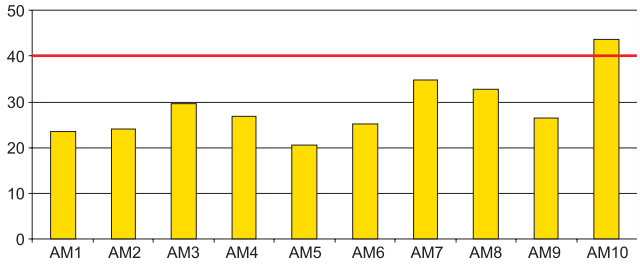
Średnioroczne stężenia pyłu PM10 były przekroczone w stacji Gdynia Port osiągając 109% wartości dopuszczalnej. W pozostałych stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 51,8% (AM5) do 87,5% (AM8) poziomu dopuszczalnego.



Ryc.23. Pył PM10 - stężenia w okresie grzewczym [µg/m^3]



Ryc.23. Pył PM10 - stężenia w okresie letnim [µg/m^3]



Ryc.24. Pył PM10 - stężenia średnioroczne [µg/m^3]

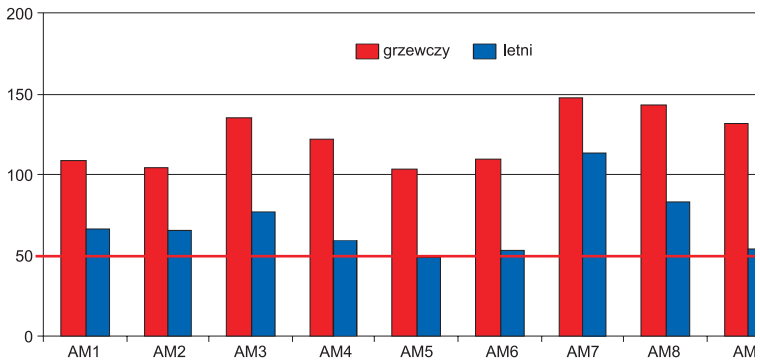
Normy średniodobowe dla pyłu PM10 w roku 2004 były przekraczane.
Przekroczenia odnotowano we wszystkich stacjach. Ilość dni z przekroczeniami była trzykrotnie wyższa niż dopuszczalna dla aglomeracji i 1,4 raza dla strefy tczewskiej.
Wyniki pomiarów prezentuje tabela 14 oraz rycina 25.
Maksymalne wartości stężeń 24h w sezonie grzewczym były wyższe od dopuszczalnej ponad trzykrotnie (stacja AM10). W sezonie letnim maksymalne stężenie średniodobowe przekroczyło normę od 101% (stacja AM6) do 272,6% (AM10).

Maksymalne stężenie średniodobowe =158,0 µg/m^3 odnotowano w stacji nr 10 w Gdyni dnia 21 stycznia przy temp. -6,2^{0}C, prędkości wiatru 2,0 m/s, wilgotności 81,4% i kierunku wiatru z sektora południowo-wschodniego.

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

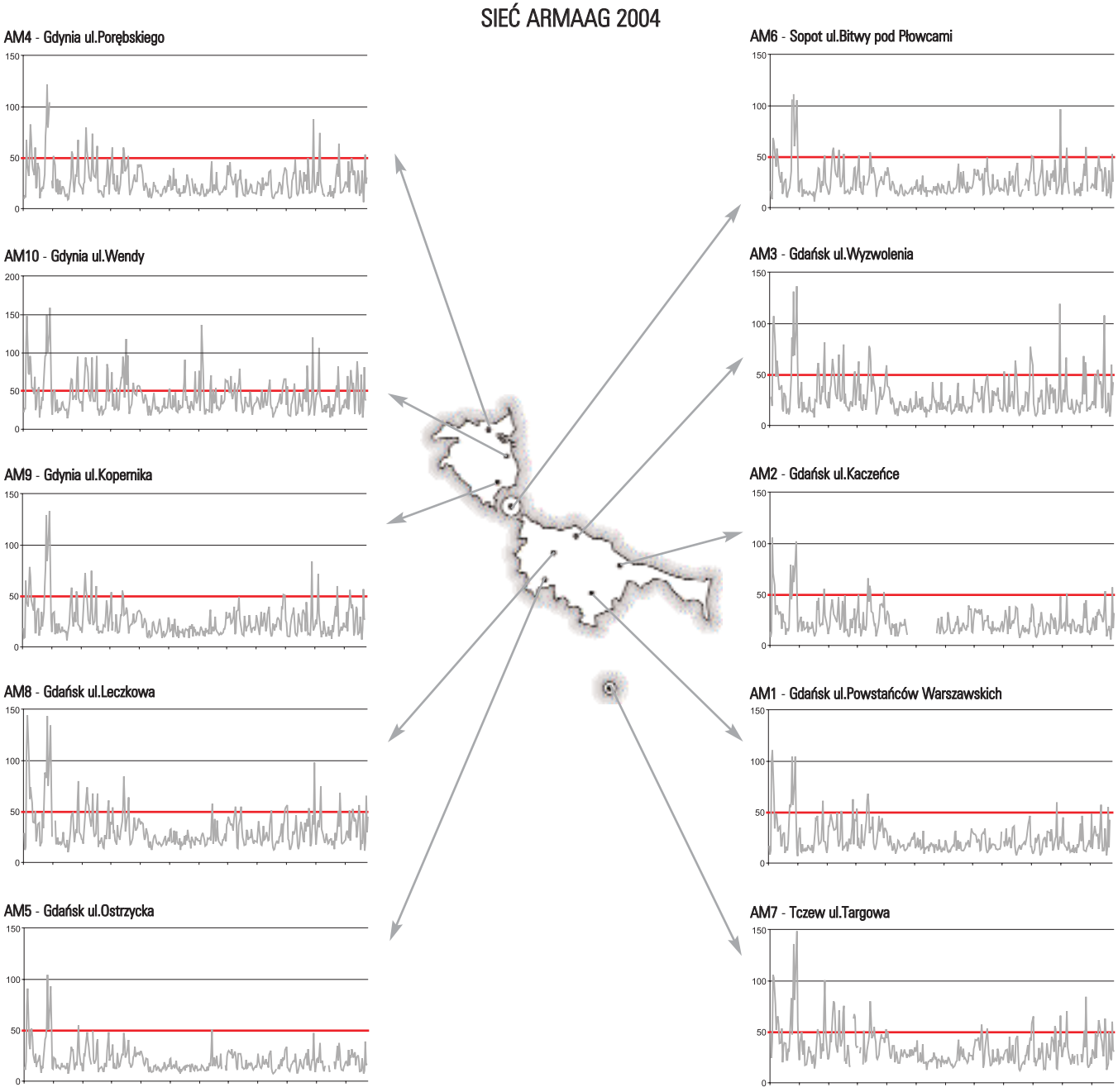
Stacja	Stężenia średniookresowe [µg/m^3]		Ilość przekroczeń
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Gdańsk Śródmieście	110, 0	67, 9	19
AM2 - Gdańsk Stogi	105, 3	65, 7	17
AM3 - Gdańsk Nowy Port	135, 8	77, 7	43
AM4 - Gdynia Pogórze	121, 9	60, 2	27
AM5 - Gdańsk Szadółki	104, 5	50, 9	12
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	110, 7	54, 1	18
AM7 - Tczew ul.Targowa	148, 3	80, 3	49
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	144, 1	84, 2	43
AM9 - Gdynia Redłowo	132, 8	55, 3	30
AM10 - Gdynia Port	158, 0	136, 3	102
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [µg/m^3]	*50*		
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	*35*		
Ilość dni z przekroczeniami *Aglomeracja* *Tczew*	 *105* *49*		

Tabela 14. Pył PM10 - maksymalne stężenia 24h [µg/m^3]



Ryc.25. Pył PM10 - maksymalne wartości stężeń 24h [µg/m^3]

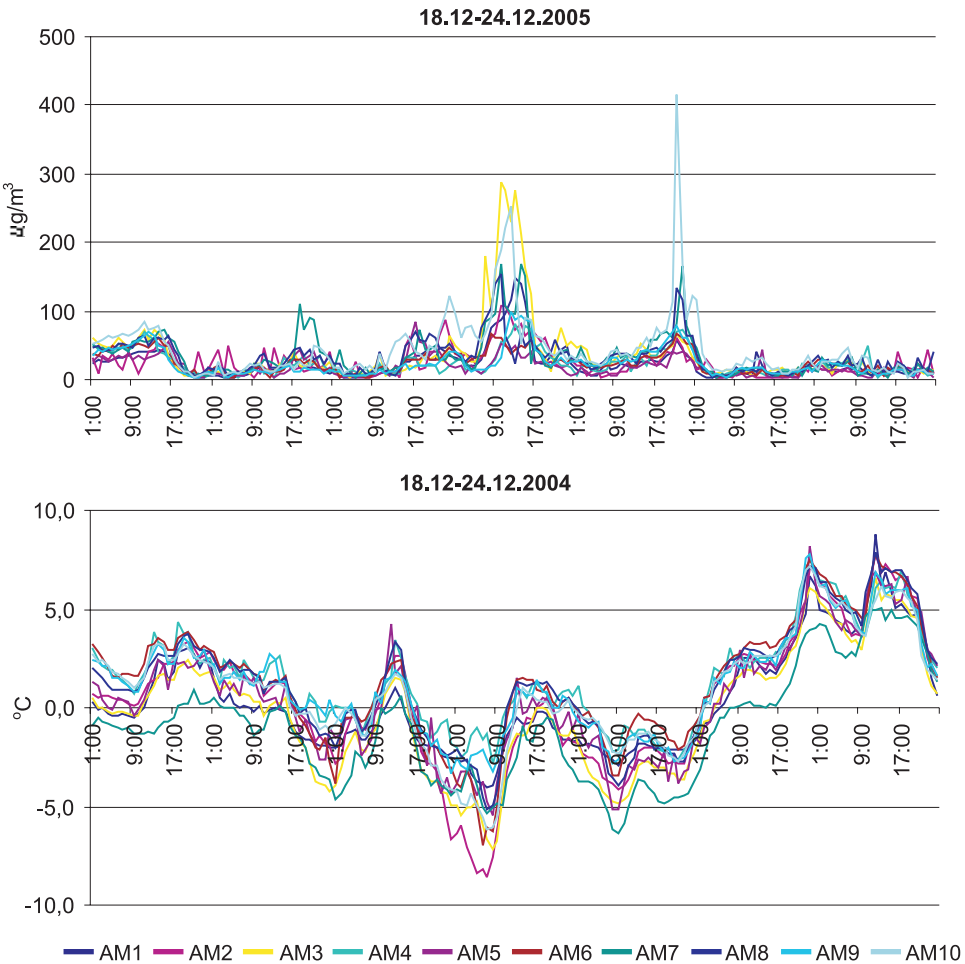
Uśrednione 24 godzinne przebiegi stężeń pyłu PM10 przedstawiono na rycinie 26.



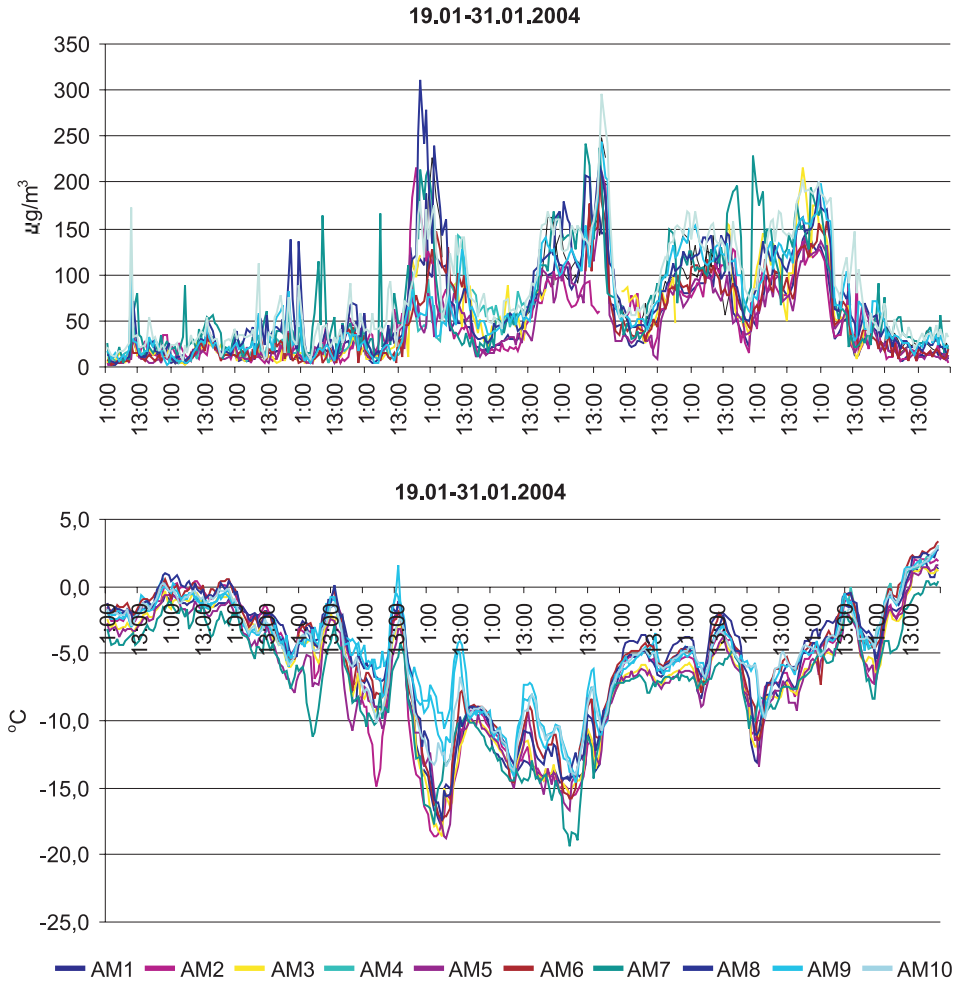
Ryc.26. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń PM10 w roku 2004 [µg/m^3]

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

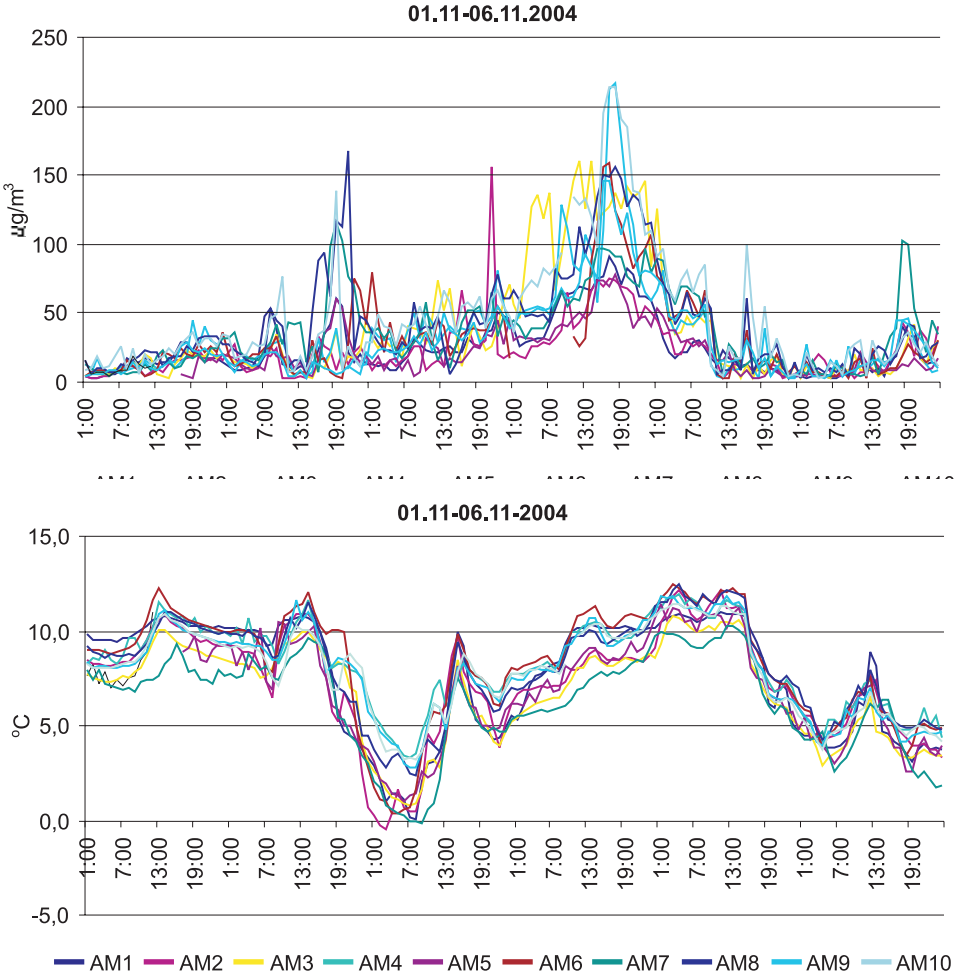
W sezonie grzewczym od stycznia do marca, a także w listopadzie i grudniu występują dłuższe okresy ze stężeniami średniodobowymi powyżej =50 $\mu g/m^3$.
Stężenia wyraźnie wyższe od przeciętnych wystąpiły w styczniu.
Analizując przyczyny występowania stężeń wyższych od normatywnych zbadano relacje pomiędzy wartościami stężeń i temperaturą. Analizę przeprowadzono dla okresów o stężeniach pyłu PM10 wyższych od 50 $\mu g/m^3$.



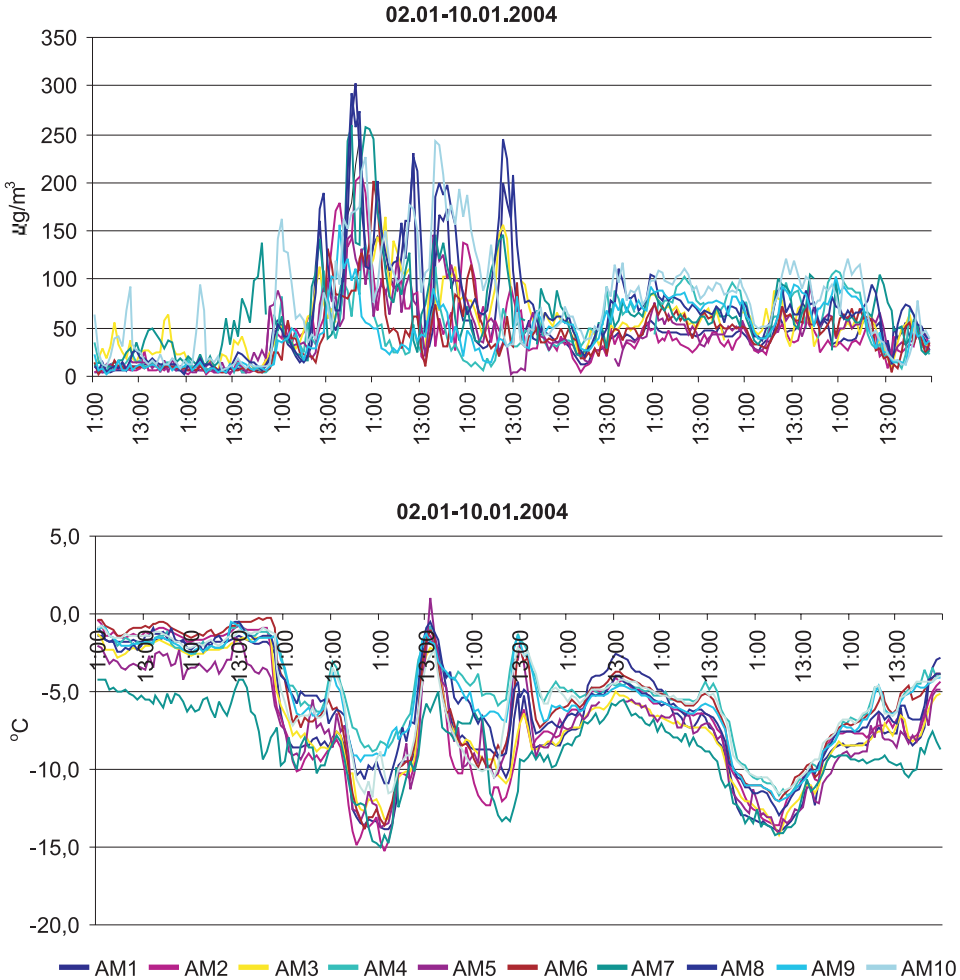
Ryc.27. Zależność stężeń pyłu PM10 od temperatury w okresie 02.01 do 10.01.2004



Ryc.28. Zależność stężeń pyłu PM10 od temperatury w okresie 19.01 do 31.01.2004



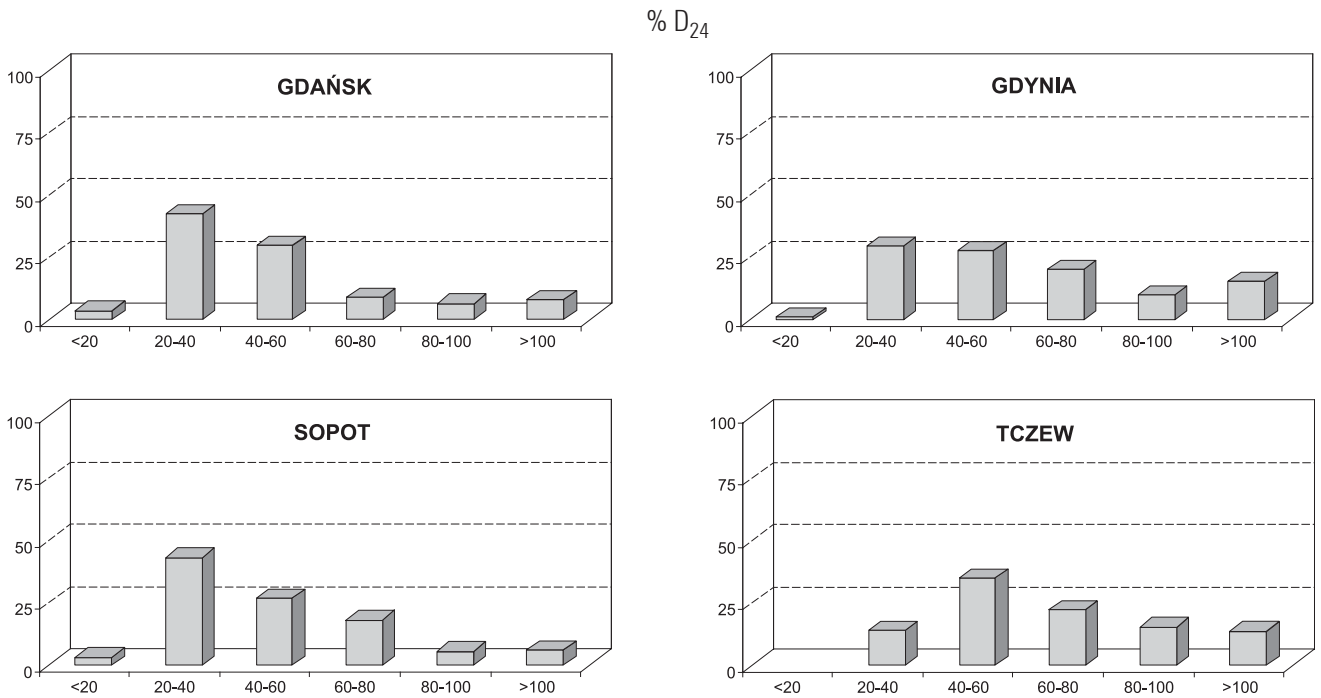
Ryc.29. Zależność stężeń pyłu PM10 od temperatury w okresie 01.11 do 06.11.2004



Ryc.30. Zależność stężeń pyłu PM10 od temperatury w okresie 01.11 do 06.11.2004

Stan zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 zaanalizowano obliczając częstość występowania określonych wartości stężeń średniodobowych.
W tabeli poniżej i na rycinie 29 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń pyłu PM10 o czasie uśredniania 24h.

Przedział $\%D_{24}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	3,6	0,9	1,4	0
20-40	42,3	28,9	43,8	14,0
40-60	30,0	27,3	26,4	35,2
60-80	9,3	19,1	17,4	22,1
80-100	6,7	9,2	5,0	15,1
>100	7,9	14,6	5,9	13,7



Ryc.31. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń

Najwięcej wyników mieści się w przedziale od 20-40% normy określanych jako dobry stan powietrza. Wyników powyżej 100% normy (stan powietrza zły) było: **w Gdańsku 7,9%, w Gdyni 14,0%, w Sopocie 5,9%, w Tczewie 13,7%.**
Na podstawie analizy częstości występowania określonych wartości stężeń można stwierdzić, że stan powietrza we wszystkich miastach - z uwagi na zanieczyszczenie pyłem - jest dostateczny.

4.4. 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.

Stacja	% ważnych danych			stosunek ilości ważnych danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3	99,6	99,7	99,5	1,00
AM4	98,1	98,2	98,0	1,00
AM5	96,4	98,9	93,9	0,95
AM6	98,0	96,7	99,3	1,03
AM7	96,8	95,8	97,9	1,02
AM8	98,9	97,8	100,0	1,02
Minimalny procent ważnych danych	90	90	90	poniżej 2

Tabela 15. Kompletność serii pomiarowych CO w roku 2004

Od roku 2002 zmienione zostały zasady określania dopuszczalnego poziomu stężeń CO. Czas uśredniania dopuszczalnych poziomów stężeń wynosi zgodnie z Rozporządzeniem 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.

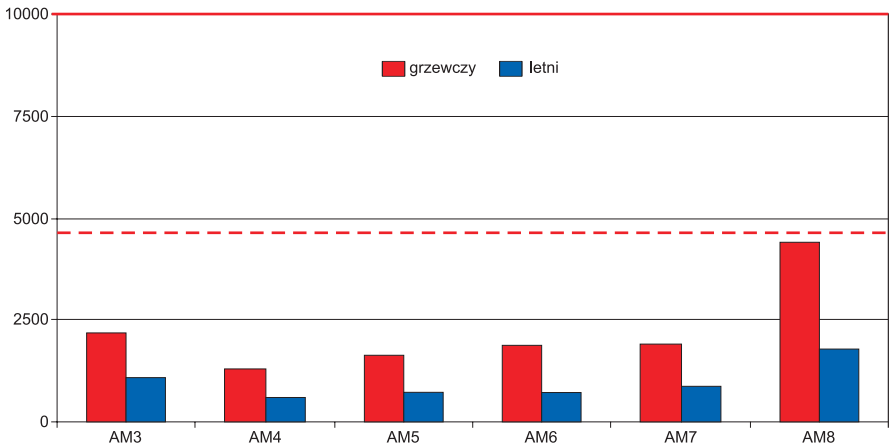
4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Wartości maksymalnych stężeń 8h w sezonie grzewczym i letnim przedstawiono w tabeli 16 i na rycinie 30.
W poszczególnych stacjach w roku 2004 stężenia tlenku węgla przedstawiały się następująco:

Stacja	Stężenia 8h [$\mu g/m^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM3 - Gdańsk Nowy Port	2176, 6	113, 8
AM4 - Gdynia Pogórze	1360, 3	641, 4
AM5 - Gdańsk Szadółki	1631, 0	789, 5
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	1958, 3	759, 4
AM7 - Tczew ul.Targowa	1883, 2	925, 2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	4410, 2	1813, 1
Dopuszczalny poziom tlenku węgla w powietrzu [$\mu g/m^3$]	obszar 10000	uzdrowisko 5000

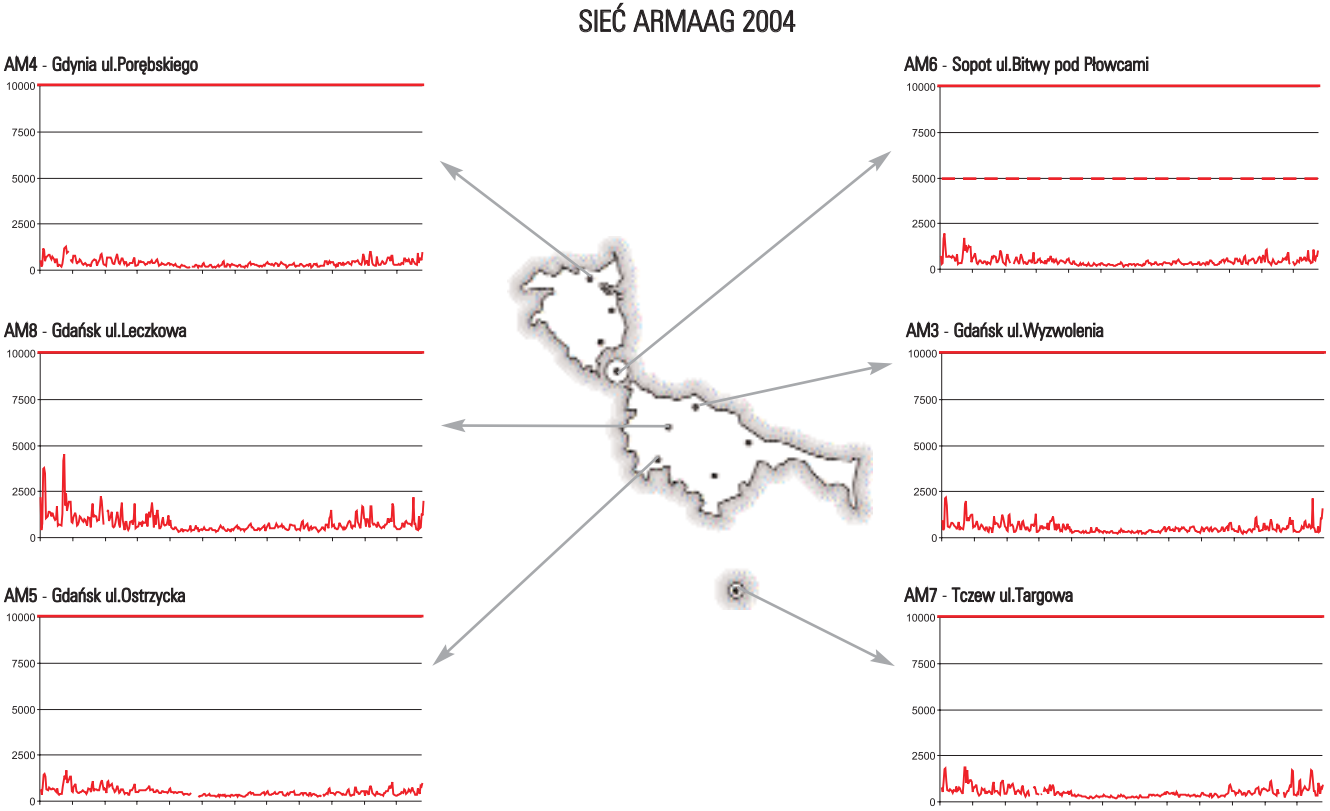
Tabela 16. CO - maksymalne stężenia 8h w sezonach

Maksymalne 8h stężenia tlenku węgla były niższe od wartości dopuszczalnych i osiągały poziom od 7,9% (AM5) do 44,1% (AM8) wartości dopuszczalnych. We wszystkich stacji pomiarowych stężenie tlenku węgla w okresie grzewczym było około 2 razy wyższe niż w okresie letnim. Świadczy to o pochodzeniu tlenku węgla z indywidualnych źródeł grzewczych.



Ryc.32. Maksymalne 8h stężenia CO [$\mu g/m^3$]

Przebiegi 8h stężeń kroczących na wszystkich stacjach przedstawiono na rycinie 33.



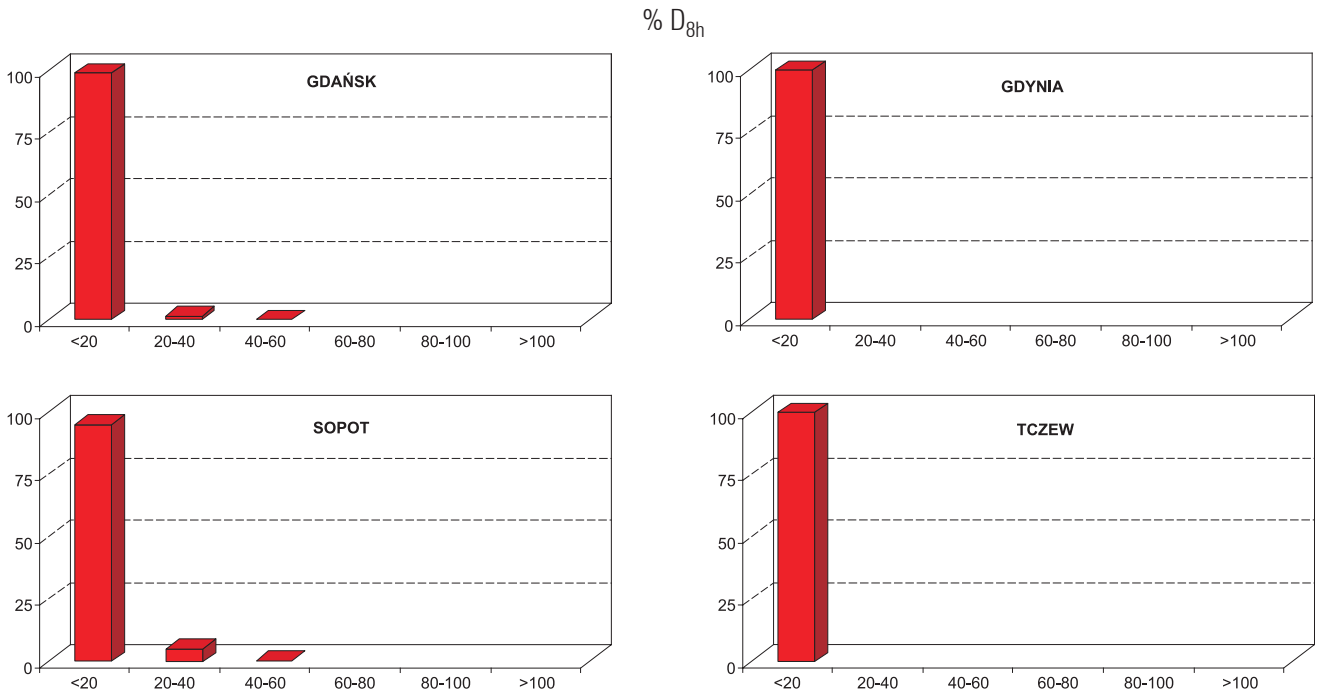
Ryc.33. Przebiegi dobowe stężeń CO w miesiącach w roku 2004 [µg/m^3]

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 pod wpływem wysokich emitorów ECII. Maksymalne stężenie tlenku węgla 1h = 5815, 4 µg/m^3 zmierzono w dniu 23 stycznia o godzinie 23 przy temp. -9, 5°C i wilgotności 92, 9%.
Najwyższe stężenie 8h wyliczone ze stężeń kroczących = 4410, 2 µg/m^3 odnotowano w dniu 24 stycznia.
Na obszarze objętym pomiarami sieci ARMAAG prawie 100% wyników mieści się w zakresie do 20% normy.
Jedynie w Gdańsku i Sopocie odnotowano 0,9% wyników w zakresie do 40% normy, zaś w Sopocie takich wyników było 4, 4%.
W Gdyni i Tczewie stężenia tlenku węgla mieszczą się całkowicie w przedziale do 20% normy.

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Na rycinie 32 przedstawiono procentowe udziały wartości stężeń 8-godzinnych w poszczególnych miastach.

Przedział $\%D_{24}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	3,6	0,9	1,4	0
20-40	42,3	28,9	43,8	14,0
40-60	30,0	27,3	26,4	35,2
60-80	9,3	19,1	17,4	22,1
80-100	6,7	9,2	5,0	15,1
>100	7,9	14,6	5,9	13,7



Ryc.34. Częstość występowania 8h stężeń CO w określonych przedziałach wartości

4.5. 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, 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, np.poczta elektroniczna dla indywidualnych odbiorców.

Kompletność serii pomiarowych po wykonaniu procedur walidacji wynosiła:

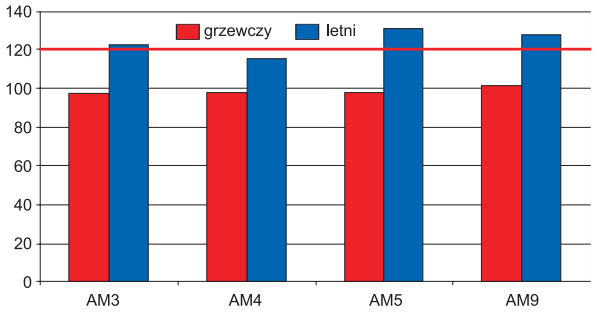
Stacja	% ważnych danych			Stosunek ilości danych sezon grzewczy/sezon letni
	rok	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3	99,5	98,5	99,0	1,01
AM4	98,1	98,2	98,1	1,00
AM5	97,8	97,8	97,8	1,00
AM9	87,3	99,5	93,4	0,88

Tabela 17. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2004

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 $\mu g/m^3$**. W sezonie letnim, w aglomeracji trójmiejskiej, stężenie wyższe niż poziom dopuszczalny, występowało przez 3 dni w sezonie letnim. Dopuszczalna ilość dni z przekroczeniami wynosiła 60.
Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu obliczonych ze stężeń kroczących w roku 2004 przedstawiono w tabeli 18 i na rycinie 35.

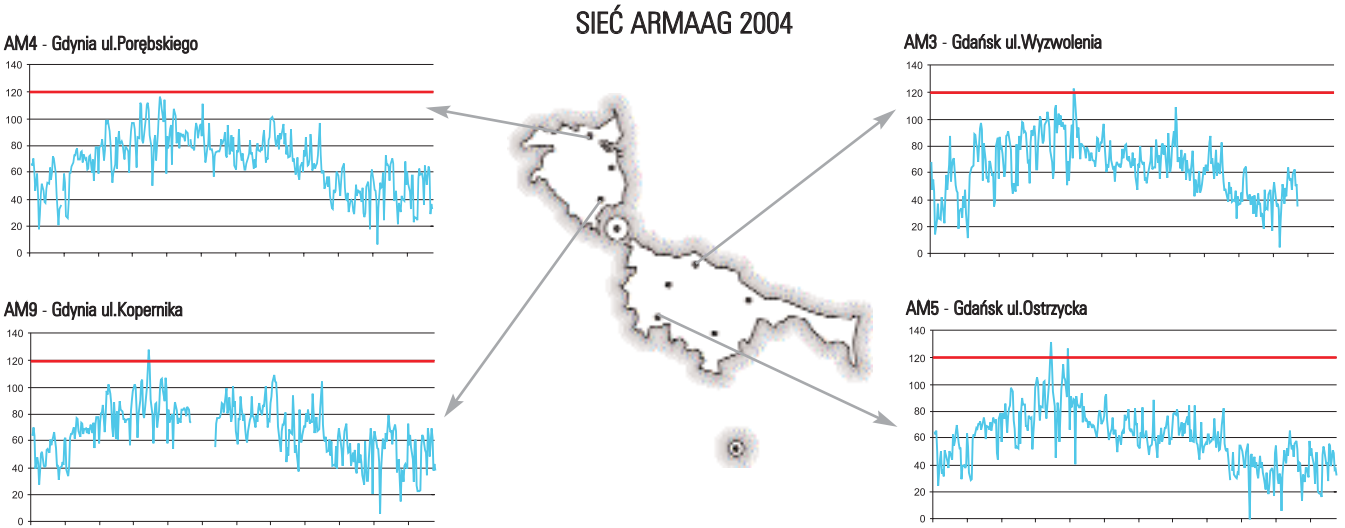
Stacja	8-godzinne		Termin wystąpienia stężenia maks.	
	grzewczy	letni	grzewczy	letni
AM3 - Gdańsk Nowy Port	97, 7	122, 6	2004-03-23 23:00	2004-05-09 22:00
AM4 - Gdynia Pogórze	98, 8	115, 7	2004-03-11 19:00	2004-04-27 21:00
AM5 - Gdańsk Szadółki	97, 6	131, 1	2004-03-11 18:00	2004-04-16 20:00
AM9 - Gdynia Redłowo	101, 8	127, 6	2004-03-11 20:00	2004-04-16 23:00
Dopuszczalny poziom ozonu w powietrzu 8 godzinna krocząca [$\mu g/m^3$]	*120*			
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	*60*			
Liczba przekroczeń w ciągu roku kalendarzowego	13			

Tabela 18. Maksymalne wartości stężeń 8h ozonu w roku 2004



Ryc.35. Maksymalne stężenia 8h ozonu w sezonie letnim i grzewczym µg/m^3

Stężenia wyższe niż poziom dopuszczalny występowały najczęściej w godzinach pomiędzy 18 a 23. Na rycinie 34 pokazano przebiegi kroczących stężeń 8h w kolejnych dobach roku 2004.

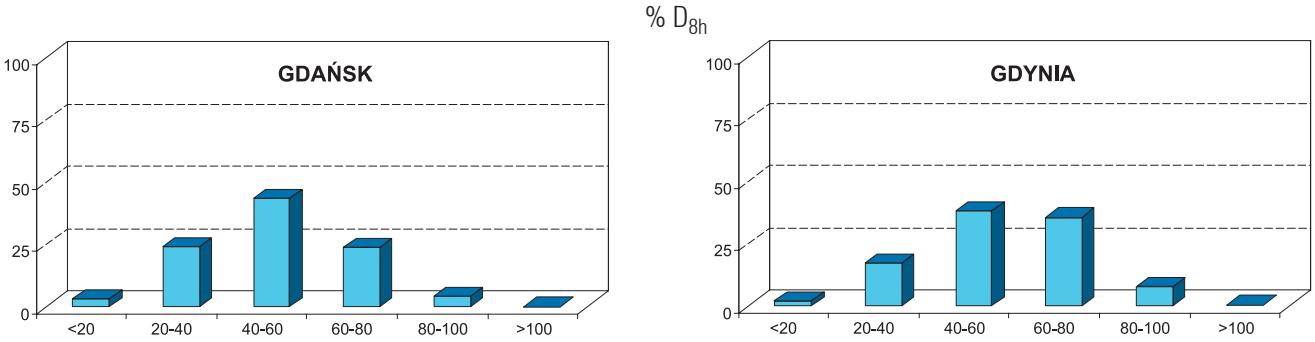


Ryc.36. Przebiegi dobowe stężeń ozonu w poszczególnych miesiącach roku 2004 [µg/m^3]

Jak już wspomniano, przy innych zanieczyszczeniach bardzo ważnym parametrem jest częstość występowania określonych przedziałów stężeń. Poniżej przedstawiono obliczone dla obu 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.

Przedział $\%D_{8h}$	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]	
	Gdańsk	Gdynia
<20	3,29	1,69
20-40	24,38	16,78
40-60	43,70	38,08
60-80	23,84	35,83
80-100	4,38	7,48
>100	0,41	0,14

Tabela 19. Ozon - częstość występowania określonych wartości stężeń [%]



Ryc.37. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2004 w odniesieniu do wartości 8h kroczących

Zarówno w Gdańsku jak i w Gdyni poziomy stężeń ozonu w określonych przedziałach stężeń są podobne. Jak pokazano na rycinie 36 przeważająca ilość stężeń osiąga wartości do 80% (96 $\mu g/m^3$) normy.
Innymi normowanymi stężeniami są stężenia alertowe ("próg informowania społeczeństwa") i alarmowe. W Aglomeracji Gdańskiej w roku 2004 nie zanotowano ani jednego przypadku wystąpienia stężenia powyżej progu informowania =180 $\mu g/m^3$.

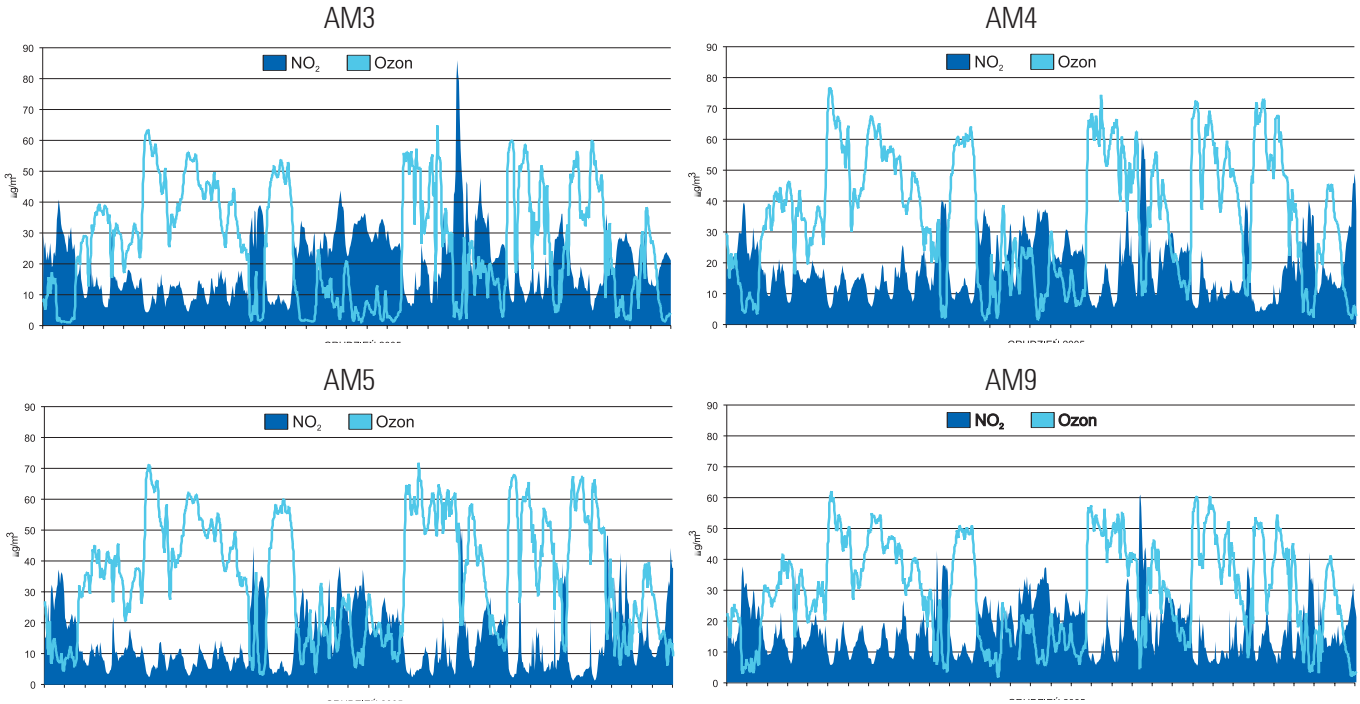
4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stacja	Stężenie maksymalne [$\mu g/m^3$]	Termin	Warunki meteorologiczne
AM3 - Gdańsk Nowy Port	132,1	16-04-04 17:00	temp.10, 5°C
AM4 - Gdynia Pogórze	131,5	16-04-04 17:00	temp.16,8°C, wilg. 44,5%
AM5 - Gdańsk Szadółki	140,1	16-04-04 16:00	temp.18,6°C, wilg. 38,4%
AM9 - Gdynia Redłowo	134,2	16-04-04 20:00	temp.12,8°C, wilg. 53,3% nasł. 27,3 W/m^2
1h - próg informowania społeczeństwa [$\mu g/m^3$]	*180*		
1h -wartość alarmowa [$\mu g/m^3$]	*240*		

Tabela 22. Maksymalne wartości stężeń 1h ozonu w roku 2004

Ryc.38. Przebiegi stężeń 1h ozonu w okresie pomiarowym 1.01do 31.12.2004

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



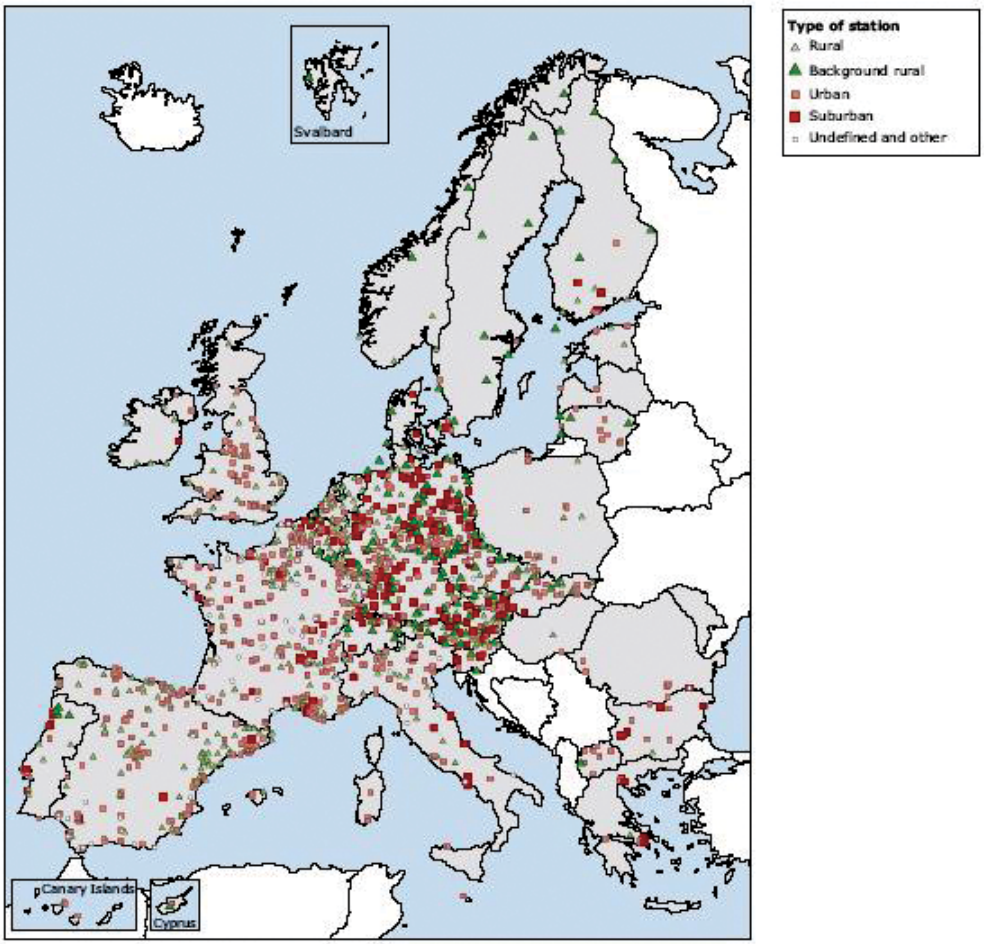
Ryc.39. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 1h ozonu i NO_2 w stacjach *Gdańsk Nowy Port, Gdańsk Szadółki i Gdynia Pogórze oraz Gdynia Redłowo w grudniu 2004*

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 2004[1].

[1] *Prepared by: Jaroslav Fiala, Libor Cernikovsky, Frank de Leeuw, Pavel Kurfuerst, European Topic Centre on Air and Climate Change Publish date: 2003/10/23*
Published by: EEA (European Environment Agency)

Map 2.1 Location of ozone monitoring stations as reported by Member States and other European countries in the framework of the ozone directive for summer 2004

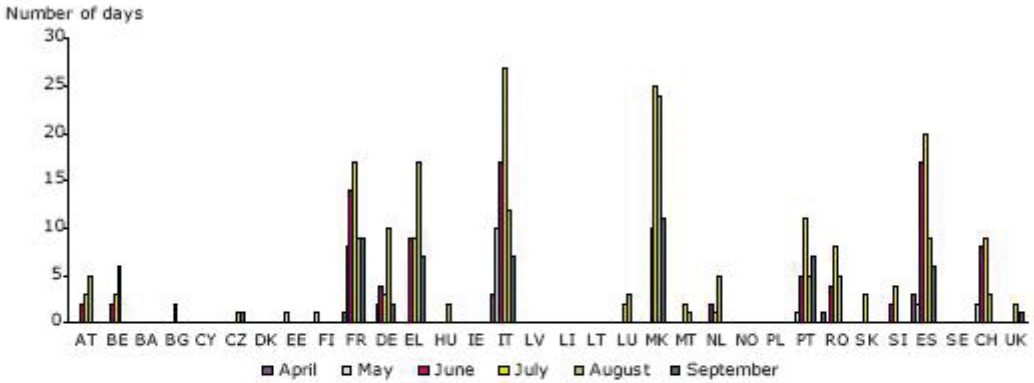
Location and type of ozone monitoring stations reporting data
Reference period: summer 2004 (April–September)



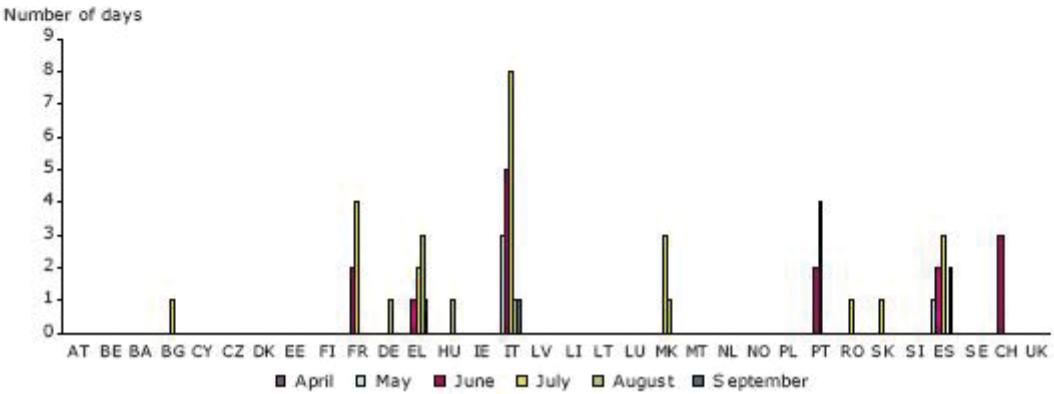
Source: Map produced by the European Topic Centre on Air and Climate Change, CHMI.

Figure 3.1 **Number of days on which at least one exceedance of the 1-hour threshold value was observed per country and per month during summer 2004**

a) Information threshold exceedances



b) Alert threshold exceedances



4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

4.6. Zanieczyszczenia specyficzne

W roku 2004 kontynuowano pomiary zanieczyszczeń specyficznych:
- benzenu, toluenu, ksylenów i etylobenzenu (1 stacja AM10 w Gdyni)
- dwutlenku węgla (dwie stacje AM3 w Gdańsku i AM4 w Gdyni)
- amoniaku (1 stacja AM10 w Gdyni).

Zanieczyszczenie	Stacja	% ważnych danych			Stosunek ilości ważnych danych sezon grzewczy /sezon letni
		rok	sezon grzewczy	sezon letni	
Benzen (BTX)	AM10	59,9	78,9	41,0	1,93
Dwutlenek węgla (CO_2)	AM3 AM4	91,0 98,0	91,0 98,2	98,9 97,9	0,84 1,00
Amoniak (NH_3)	AM10	84,2	85,4	83,0	1,03
Minimalny procent ważnych danych dla benzenu		90	90	90	poniżej 2

Tabela 19. Kompletność serii pomiarowych zanieczyszczeń specyficznych w roku 2004

Z przedstawionych danych wynika, że ilość ważnych danych upoważnia do obliczenia wartości średniorocznych i pozostałych wielkości statystycznych i średnich sezonowych dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem benzenu.
Dla benzenu wielkości charakterystyczne mogą być podane w pełnym zakresie dla sezonu grzewczego, gdzie seria pomiarowa spełnia wymagania Decyzji Komisji Europejskiej.

4.6.1. 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] referencyjna jest metoda oznaczania (technika chromatograficzna GC-FID).Pobór próby dokonywany jest automatycznie.
W chwili obecnej normowany jest średnioroczny poziom benzenu. W rozporządzeniu wartościach odniesienia[2] podane są stężenia jednogodzinne dla BTX oraz średnioroczne dla toluenu, ksylenu (suma izomerów) i etylobenzenu.

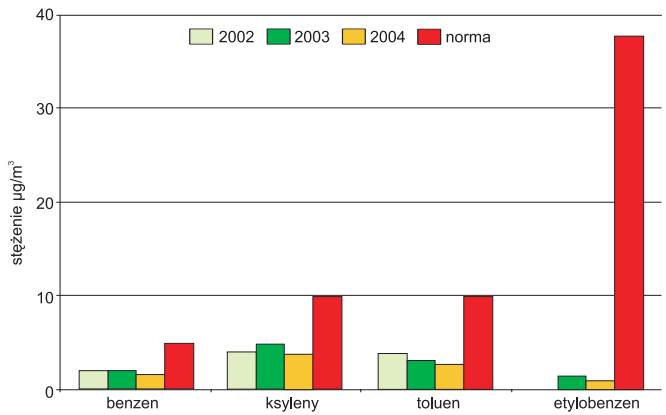
[1] *Rozporządzenia MŚ z dnia 6 czerwca 2002 zał. 6*
[2] *Rozporządzenie MŚ z dnia 5 grudnia 2002*

Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych 1h przedstawiono w tabeli 23 i na rycinach 51 i 52.
Stężenia węglowodorów aromatycznych zmierzonych w stacji AM10 w roku 2004 przedstawiały się następująco:

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	1,6	5,0	14,9	30, 0	04-12-21 12:00	temp.=-1,0°C, Wilg=88,9%
ksyleny	3,7	10,0	224,8	100, 0	04-05-07 02:00	temp.=12,3°C, Wilg=80,1%
toluen	2,6	10,0	549,6	100, 0	04-10-31 17:00	temp.=9,9°C, Wilg=84,8%
etylobenzen	1,0	38,0	37,0	500, 0	04-04-21 23:00	temp.=9,3°C, Wilg=76,3%

Tabela 20. Stężenia węglowodorów aromatycznych (BTX i etylobenzen)

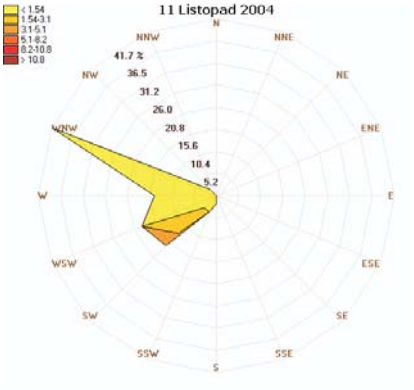
Średnioroczne stężenia węglowodorów aromatycznych (rycina 38) nie przekraczały wartości dopuszczalnych. Na poziomie roku 2003 utrzymały się stężenia benzenu i etylobenzenu. Odnotowano niewielki spadek stężeń ksylenów i toluenu.

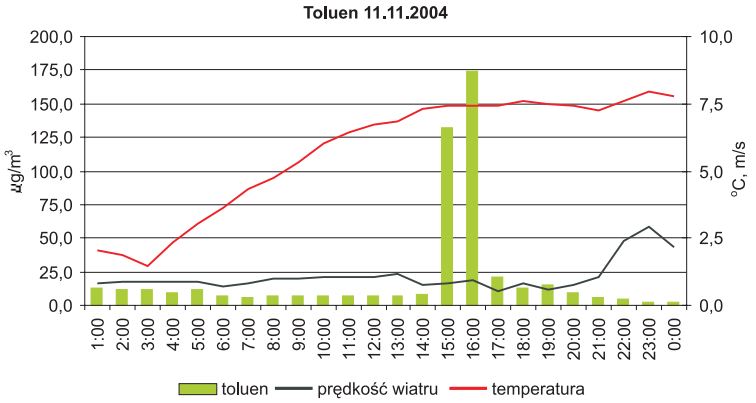


Ryc.40. Średnioroczne stężenia BTX i etylobenzenu [$\mu g/m^3$]

4. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Podobnie jak w roku 2003 także i w roku 2004 zanotowano pojedyncze przypadki stężeń 1h wyższych niż poziomy dopuszczalne. Wystąpiły one przy wiatrach z kierunku północnego, północno-wschodniego lub północno-zachodniego i zachodniego, co potwierdza oddziaływanie emisji z procesów malowania w Stoczniach "NAUTA" i Stoczni Gdyni a S.A. na jakość powietrza w rejonie.
Analizę pomiarów w relacji z warunkami meteorologicznymi pomierzonymi równocześnie ze stężeniami substancji przedstawiono poniżej:

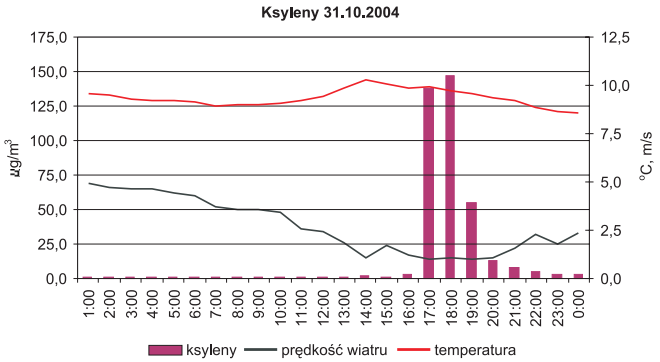




Ryc.41. Przebieg zmian wartości stężeń toluenu w zależności od kierunku wiatru i temperatury w dniu 26.12.2004

Zmiana kierunku wiatru i prędkości w godzinach wieczornych w dniu 26 grudnia na północno-wschodni spowodowała napływ toluenu od strony Stoczni Nauta, skutkiem czego w stacji odnotowano wzrost stężeń toluenu.

W drugim i trzecim przypadku średni północno-wschodni kierunek wiatru utrzymywał się przez całą dobę i powodując napływ emisji z kierunku Stoczni Nauta wywoływał stężenia wyższe od normatywnych.

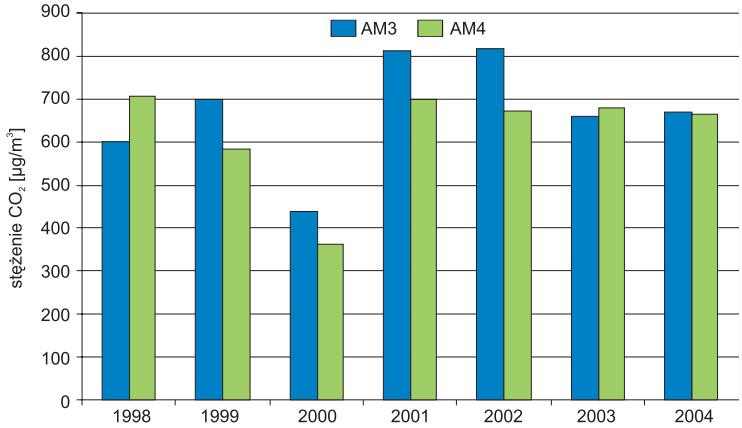


Ryc.42. Przebieg zmian wartości stężeń ksylenu (sumy) w zależności od kierunku wiatru i temperatury w dniu 7.05.2004

Ryc.43. Przebieg zmian wartości stężeń ksylenu (sumy) w zależności od kierunku wiatru i temperatury w dniu 8.07.2004

Podobną analizę wykonano dla wiatrów z sektora północno-zachodniego, z kierunku oddziaływania emisji ze Stoczni Gdynia S.A.

Ryc.44 Przebieg zmian wartości stężeń toluenu w zależności od kierunku wiatru i temperatury w dniu 11.11.2004



Ryc.45. Przebieg zmian wartości stężeń ksylenu (sumy) w zależności od kierunku wiatru i temperatury w dniu 31.10.2004

4.6.2. Amoniak

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

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		
AMONIAK (NH_3)	3,1	50	27,2	400	2004-12-21 08:00	ciśn. 1022,2 hPa prędk.w. 0,9 m/s kier. wiatru 264 deg wilg. 89,6% temp. -6,1 °C

Tabela 21. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych NH_3

4.6.3. 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 w dwóch stacjach: AM3 i AM4 zlokalizowanych w rejonie oddziaływania zawodowych elektrociepłowni.

Stężenia dwutlenku węgla i towarzyszące wystąpieniu maksymalnej wartości chwilowej parametry meteorologiczne pokazano w tabeli 25.

Substancja	Stężenia substancji w powietrzu [mg/m^3]		Termin wystąpienia stężeń maksymalnych	Warunki meteorologiczne
	średnioroczne	stężenie maksymalne		
CO_2 (AM3)	669,9	969,9	2004-09-06 07:00	ciśn.1027,2 hPa temp. 12,4°C
CO_2 (AM4)	655,1	784,7	2004-11-11 18:00	ciśn.1010,3 hPa prędk.w.0,4 m/s kier.wiatru SE wilg. 99,5% temp. 7,6°C

Tabela 22. Wartości stężeń średniorocznych i maksymalnych CO_2

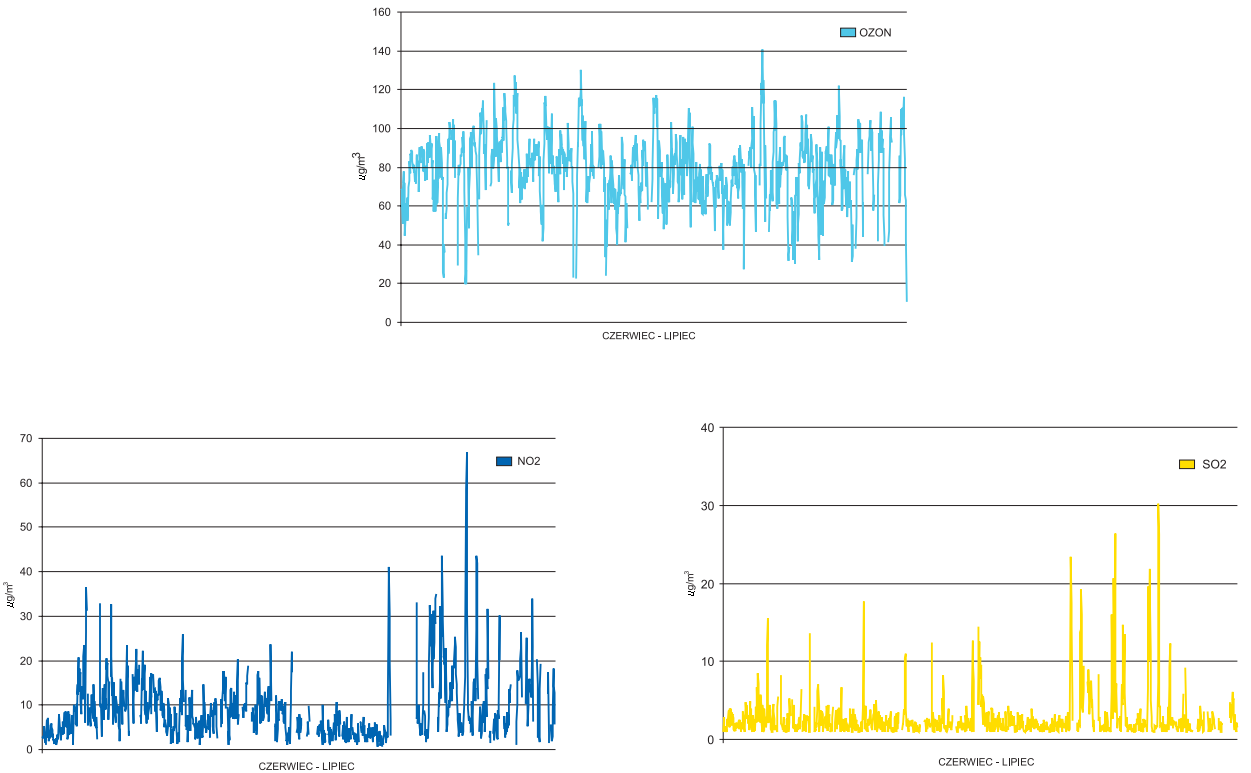
Ryc.46. Zmiany wartości średniorocznych stężeń CO_2

Znacząco niskie wartości stężeń dwutlenku węgla w roku 2000 wynikają z niskiej emisji w całym kraju[1].

[1] *Tabela 5.1 Raport o stanie środowiska 1996-2001*

4.7 Pomiary wykonywane metodą spektroskopii

W roku 2004 przez okres około 1,5 miesiąca wykonywano pomiary zanieczyszczeń przy użyciu DOAS-a (Differential Optical Absorption Spectroscopy) zlokalizowanego w miejscowości Sulmin wskazanej jako miejsce dla stacji tła w projekcie sieci ARMAAG.
Pomiary zostały przerwane wskutek kradzieży i dewastacji lustra.
Seria pomiarowa nie spełnia wymagań dla wykonania analizy poziomu tła.
Zanieczyszczenia specyficzne mierzone podczas kampanii nie zostały sprawdzone w procedurze kalibracji i dlatego nie są tu publikowane.

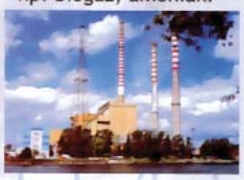


Ryc.47. Niezwalidowane wyniki pomiarów substancji podstawowych stacji DOAS w Sulminie

Skąd pochodzą zanieczyszczenia powietrza ?

Zanieczyszczenia powietrza pochodzą z różnych procesów działalności człowieka, między innymi:

- z energetycznego spalania paliw szczególnie węgla i koksu przez elektrociepłownie, kotłownie lokalne, kotłownie przemysłowe oraz indywidualne paleniska domowe,
- ze spalania paliw w silnikach samochodowych (transport i komunikacja),
- z procesów technologicznych prowadzonych w zakładach wytwórczych,
- z procesów gnilnych zachodzących w ziemi, np. biogaz, amoniak.



Jak określa się czystość powietrza ?

Czystość powietrza określają normy. Są to wielkości ustalające dopuszczalne stężenie substancji zanieczyszczającej powietrze jako średnia wielkość w ciągu roku (Da), w ciągu 24 godz. (D_{24}) lub 8 godz. albo 1 godz.

GDAŃSK
Zielone Miasto

Główne zanieczyszczenia powietrza i wielkości norm

Nazwa zanieczyszczenia	Normy dla obszarów [µg/m³] Da	D_{24}
Dwutlenek siarki SO_2	40,0	150,0
Pył zawieszony	40,0	50,0
Dwutlenek azotu NO_2	40,0	200,0*
Benzen	5,0	-
Tlenek węgla CO	-	10 000**

* średnia 1 godz.
** średnia 8 godz.

stacja nr	lokalizacja stacji
AM1	Gdańsk, ul.Powstańców Warszawskich
AM2	Gdańsk, ul.Kaczeńce
AM3	Gdańsk, ul.Wyzwolenia
AM5	Gdańsk, ul.Ostrzycka
AM8	Gdańsk, ul.Leczkowa

Stacja ARMAAG zlokalizowana w Gdańsku Nowym Porcie

Jak mierzy się zanieczyszczenie powietrza w Gdańsku ?

Badania stanu czystości powietrza wykonywane są w punktach pomiarowych rozmieszczonych w poszczególnych dzielnicach Gdańska. Są to automatyczne stacje pomiarowe lub stacje manualne.

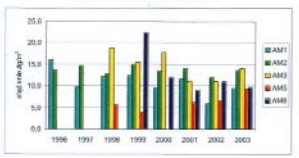
- 5 automatycznych stacji Fundacji ARMAAG (Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej). Stacje te rejestrują w komputerze wyniki pomiarów stężeń kontrolowanych zanieczyszczeń jak również warunki meteorologiczne. Lokalizację stacji pomiarowych przedstawiono w tabeli i na mapce.
- Manualne pomiary w 7 stacjach Wojewódzkiej Stacji Sanitarno - Epidemiologicznej.
- Automatyczna stacja Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska na Starym Mieście.

Jaki jest stan zanieczyszczenia powietrza w Gdańsku ?

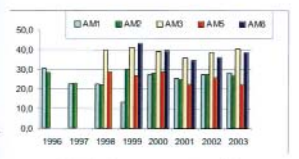
Podstawowe wnioski z wieloletnich obserwacji:

- radykalnie maleje zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki (SO_2) pochodzące głównie z sektora energetycznego,
- wzrasta zanieczyszczenie tlenkami azotu (NO_x) pochodzące z transportu samochodowego lub ze spalania gazu.

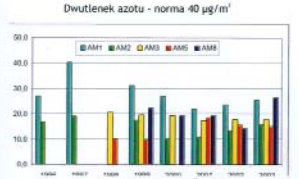
Zmiany stężeń średniorocznych na podstawie wyników pomiarów sieci ARMAAG w latach 1996 - 2003



Dwutlenek siarki - norma 40 µg/m³



Dwutlenek azotu - norma 40 µg/m³



Pył zawieszony PM 10 - norma 40 µg/m³

Ocena jakości powietrza na podstawie pomiarów stacji ARMAAG zlokalizowanych w Gdańsku

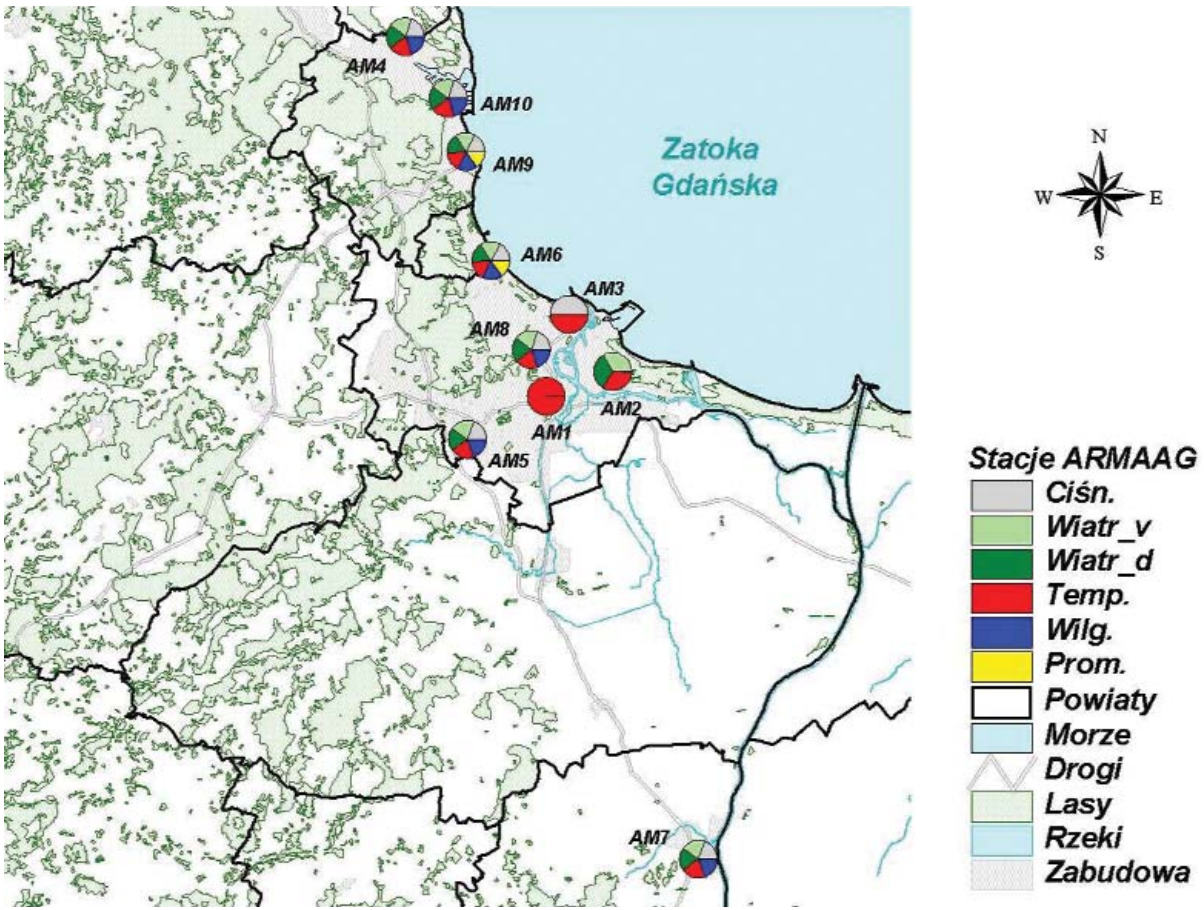
Stan zanieczyszczenia powietrza w poszczególnych rejonach miasta oceniono na podstawie wyników pomiarów stężeń średniorocznych przy zastosowaniu kryterium opisowego.

STACJA	Procent stężenia dopuszczalnego Da: Dwutlenek siarki	Dwutlenek azotu	Pył PM 10
AM 1 Śródmieście	dobry	dostateczny	dostateczny
AM 2 Stogi	dostateczny	b. dobry	dostateczny
AM 3 Nowy Port	dostateczny	dobry	zły
AM 5 Szadółki	dobry	b. dobry	dobry
AM 8 Wrzeszcz	dobry	dostateczny	dostateczny

0 - 40% normy	b. dobry
41 - 60% normy	dobry
61 - 100% normy	dostateczny
> 100% normy	zły

5. WARUNKI METEOROLOGICZNE

Równolegle z pomiarami stężeń substancji zanieczyszczających przez wszystkie stacje sieci ARMAAG prowadzone były w roku 2004 pomiary podstawowych elementów meteorologicznych: ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, kierunku i prędkości wiatru. Pomiary rejestrowane są całodobowo co 30 minut według czasu urzędowego, nie są więc zsynchronizowane z terminami pomiarów prowadzonych według standardów meteorologicznych w czasie uniwersalnym. Lokalizację stacji i zakres pomiarów pokazano na rycinie (nn).



Ryc.48. Lokalizacja stacji ARMAAG i zakres pomiarów meteorologicznych w roku 2004

Należy podkreślić, że lokalizacja stacji sieci ARMAAG dostosowana jest przede wszystkim do potrzeb pomiaru zanieczyszczeń i nie zawsze jest reprezentatywna w odniesieniu do pomiarów elementów meteorologicznych tak jak ma to miejsce w przypadku pomiarów prowadzonych według krajowych i międzynarodowych standardów prowadzonych w stacjach meteorologicznych IMGW.
Zainstalowane urządzenia pomiarowe cechują się z reguły wysoką, ponad 95-procentową, sprawnością.
w stacji AM1 (Gdańsk - Port) program nie obejmował pomiarów ciśnienia atmosferycznego, wilgotności powietrza i kierunku wiatru, w stacji AM2 (Gdańsk - Stogi) - ciśnienia atmosferycznego wilgotności, a w stacji AM3 (Gdańsk - Nowy Port) - wilgotności powietrza, kierunku i prędkości wiatru. w stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia - Redłowo) program pomiarów jest poszerzony o natężenie promieniowania bezpośredniego.
Dłuższe przerwy w funkcjonowaniu czujników ciśnienia i kierunku wiatru zanotowano w stacji AM5.
Procent ważnych wyników przedstawia poniższa tabela.

Stacja	Sprawność działania czujników meteo [%]				
	ciśnienie	temperatura	wilgotność	prędkość wiatru	kierunek wiatru
AM1 - Gdańsk Port	-	100, 0	-	-	-
AM2 - Gdańsk Stogi	-	99, 7	-	89, 5	99, 4
AM3 - Gdańsk Nowy Port	99, 7	99, 7	-	-	-
AM4 - Gdynia Pogórze	98, 2	98, 2	98, 2	98, 2	98, 2
AM5 - Gdańsk Szadółki	*33, 9*	98, 5	98, 5	98, 5	*60, 2*[1]
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	99, 4	99, 4	99, 4	99, 4	99, 4
AM7 - Tczew ul.Targowa	96, 9	96, 9	96, 9	96, 9	96, 9
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	100, 0	100, 0	100, 0	100, 0	100, 0
AM9 - Gdynia Redłowo	99, 6	99, 6	98, 6	99, 6	99, 6
AM10 - Gdynia Port	99, 6	99, 6	99, 9	99, 6	99, 6

Tabela 23. Sprawność działania czujników pomiarowych (%) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2004 roku

Oprócz typowych charakterystyk poszczególnych elementów meteorologicznych do celów niniejszego opracowania wyznaczone zostały także średnie wartości temperatury powietrza, wilgotności względnej, ciśnienia atmosferycznego i prędkości wiatru w podziale na okres grzewczy (od października do marca) i okres letni (od kwietnia do września).Oprócz typowych charakterystyk poszczególnych elementów meteorologicznych do celów niniejszego opracowania wyznaczone zostały także średnie wartości temperatury powietrza, wilgotności względnej, ciśnienia atmosferycznego i prędkości wiatru w podziale na okres grzewczy (od października do marca) i letni (od kwietnia do września).

5.1. Średnie i ekstremalne charakterystyki elementów meteorologicznych

Pomiary wartości parametrów meteorologicznych zwalidowano zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 3 niniejszego opracowania, a następnie wyliczono średnie i ekstremalne wartości, które zestawiono w poniższych tabelach.

1 *w sezonie grzewczym 80,7%,w sezonie letnim 39,6%*

Stacja	Ciśnienie (hPa)		Temperatura (oC)		Wilgotność (%)		Prędkość wiatru (m/s)	
	okr. grzewczy	okr. letni	okr. grzewczy	okr. letni	okr. grzewczy	okr. letni	okr. grzewczy	okr. letni
AM1	-	-	2, 6	14, 1	-	-	-	-
AM2	-	-	2, 7	13, 5	-	-	3, 2	2, 8
AM3	1010, 8	1011, 4	2, 1	12, 9	-	-	-	-
AM4	1003, 1	1004, 7	3, 5	14, 3	84, 8	75, 4	2, 2	1, 9
AM5			2, 2	13, 4	84, 9	74, 6	3, 6	3, 0
AM6	1010, 3	1010, 5	3, 5	14, 4	85, 1	78, 8	2, 3	1, 8
AM7	1008, 6	1008, 8	1, 3	12, 8	93, 0	81, 3	2, 8	2, 2
AM8	1009, 6	1009, 7	3, 4	14, 6	83, 8	74, 5	2, 3	1, 6
AM9	1003, 6	1004, 1	3, 2	14, 1	86, 5	78, 1	2, 8	2, 2
AM10	1014, 2	1014, 3	2, 0	13, 7	78, 1	73, 6	2, 8	2, 3

Tabela 24. Średnie wartości niektórych parametrów meteorologicznych dla okresu grzewczego i letniego

Stacja	Ciśnienie (hPa)		Temperatura (oC)		Wilgotność (%)		Prędkość wiatru (m/s)	
	max	min.	max	min.	max	min.	max	min.
AM1	-	-	22, 2	-13, 4	-	-	-	-
AM2	-	-	21, 9	-13, 3	-	-	9, 6	0, 5
AM3	1034, 3	977, 3	21, 7	-13, 4	-	-	-	-
AM4	1023, 5	968, 9	22, 9	-10, 4	99, 8	46, 6	6, 6	0, 4
AM5	987, 5	935, 2	22, 7	-13, 0	99, 1	46, 1	8, 8	1, 1
AM6	1033, 2	976, 9	23, 3	-12, 0	97, 7	44, 1	6, 4	0, 6
AM7	1031, 3	975, 3	21, 5	-14, 0	99, 9	47, 6	7, 5	0, 5
AM8	1032, 5	976, 3	23, 5	-12, 1	97, 8	44, 9	6, 3	0, 4
AM9	1026, 4	970, 2	22, 6	-10, 8	99, 5	47, 8	6, 8	0, 8
AM10	1037, 2	980, 8	22, 7	-10, 8	96, 7	41, 5	7, 4	0, 7

Tabela 25. Wartości ekstremalne (średniodobowe) parametrów meteorologicznych

Szczegółowe charakterystyki miesięczne przedstawiono poniżej

5.2. Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza

W roku 2004 średnia roczna temperatura powietrza na obszarze działania sieci ARMAAG była możliwa do wyznaczenia dla wszystkich stacji (tab.2). Średnia temperatura w obszarze aglomeracji była wyższa o 0,6°C niż w roku poprzednim. Na poszczególnych stacjach jej wartości były o 0,3 - 0,6°C wyższe.

Średnia roczna temperatura powietrza była najniższa w Tczewie (7,1°C),co potwierdza, że wynika to z lokalnych warunków lokalizacji tej stacji (położenie najdalej od morza i najbardziej na wschód ze wszystkich punktów pomiarowych). Na obszarze Trójmiasta temperatura średnia roczna wynosiła od 7,8°C w Gdańsku-Szadółkach do 9,0°C w stacji w Sopocie. Najcieplejszym miesiącem był lipiec o średniej temperaturze 18,8°C, najzimniejszym styczeń ze średnią temperaturą - 4,5°C.

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

Tabela 26. Średnie miesięczne i roczne wartości temperatury powietrza na podstawie odczytów terminowych (°C) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2004 roku

Maksymalne odnotowane wartości terminowe temperatury powietrza nie przekroczyły 30°C.Najwyższą z nich odnotowano 19 sierpnia w Sopocie (29,2°C). Najniższa spośród odnotowanych terminowych wartości temperatury wystąpiła w Tczewie, w dniu 26 stycznia o godzinie 600 (-19, 3°C),na terenie aglomeracji najniższą temperaturę odnotowano w dniu 24 stycznia o godzinie 8:00 w stacji AM5 (-18,8°C). Średnia temperatura w sezonie grzewczym (tab.3) była najniższa w Tczewie (1,3°C),natomiast na obszarze Trójmiasta wynosiła od 2,1 do 3,5°C. Poza sezonem grzewczym średnia temperatura powietrza na rozpatrywanym obszarze nie przekraczała 14°C.

W roku 2004 średnia wilgotność względna wynosiła 80,9%.
Na obszarze Trójmiasta wilgotność średnia roczna wynosiła od 73,6°C w Gdyni - Porcie do 86,5% w Gdyni - Redłowie. W Tczewie wilgotność średnia wynosiła w sezonie grzewczym 93%,a w sezonie letnim 81,3%.
Maksymalną wilgotność =**99,1%** zanotowano w dniu 3 lutego w stacji AM5, a najniższą 3 kwietnia w stacji AM10 (41,5%).

5.3. Ciśnienie atmosferyczne

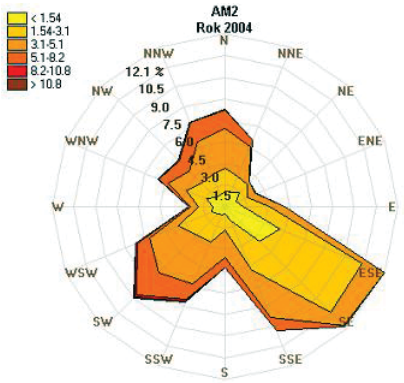
Pełen roczny przebieg ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji ustalono dla wszystkich stacji sieci ARMAAG z wyjątkiem stacji AM1, AM2 i AM5. Analizowane wartości są ściśle zależne od wysokości punktu pomiarowego nad poziomem morza. Średnie roczne ciśnienie atmosferyczne na poziomie stacji wahało się od 1003,8 hPa w Gdyni Redłowie do1014,2 hPa w Gdyni - Porcie (tab.5). Najwyższe ciśnienie wystąpiło w marcu w stacji AM10 (1019,7 hPa) a najniższe =999,1 hPa zanotowano w styczniu w Gdyni - Pogórzu.

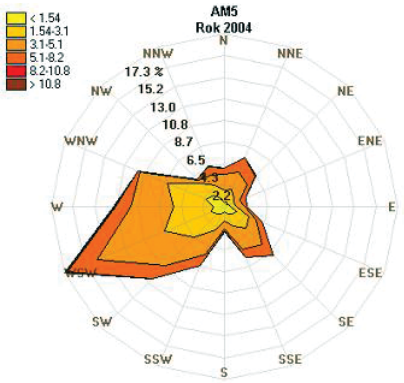
Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	rok
AM1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM3	1006, 8	1010, 2	1016, 4	1013, 3	1009, 1	1011, 1	1011, 8	1010, 4	1012, 9	1010, 8	1010, 8	1010, 0	1011, 1
AM4	999, 1	1002, 0	1008, 8	1006, 3	1002, 1	1003, 7	1004, 7	1004, 7	1006, 5	1003, 5	1003, 4	1001, 5	1003, 9
AM5	965, 6	965, 2	969, 2	965, 8	949, 2	seria nie spełnia wymagań ilości ważnych danych							
AM6	1006, 2	1009, 4	1015, 6	1012, 6	1008, 1	1009, 9	1010, 3	1010, 3	1011, 7	1009, 8	1010, 9	1009, 6	1010, 3
AM7	1004, 2	1007, 6	1014, 2	1011, 2	1005, 8	1008, 0	1008, 7	1008, 7	1010, 2	1008, 1	1009, 2	1008, 5	1008, 5
AM8	1005, 4	1008, 7	1015, 0	1011, 9	1007, 4	1009, 2	1009, 4	1009, 4	1010, 8	1009, 1	1010, 1	1009, 4	1009, 6
AM9	999, 2	1002, 7	1009, 1	1006, 7	1001, 8	1003, 3	1003, 9	1003, 9	1005, 2	1003, 4	1004, 1	1003, 3	1003, 8
AM10	1010, 0	1013, 3	1019, 7	1016, 6	1011, 9	1013, 7	1014, 2	1014, 2	1015, 4	1013, 7	1014, 7	1014, 0	1014, 2

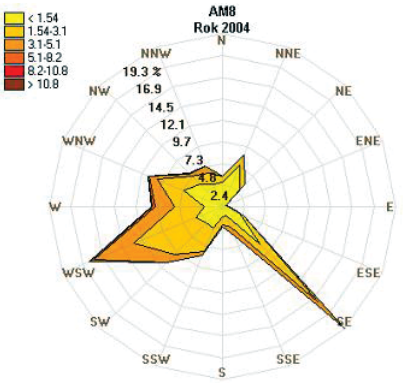
Tabela 27. Średnie miesięczne i roczne wartości ciśnienia atmosferycznego (hPa) na podstawie odczytów terminowych w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2004 roku

5.4. Kierunek i prędkość wiatru

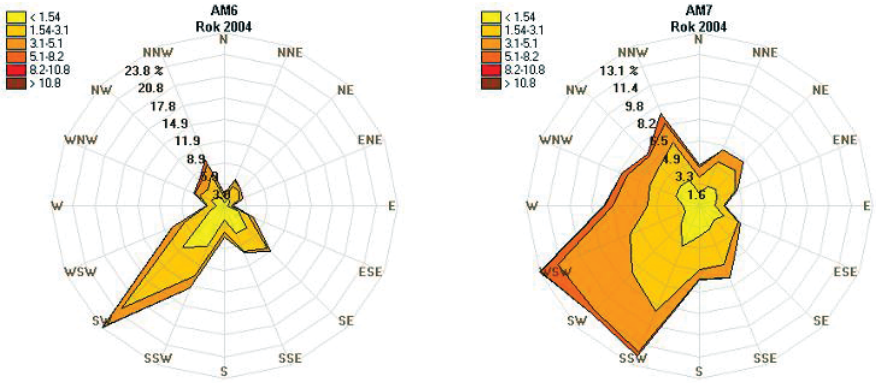
Kierunek wiatru określono względem 16-kierunkowej róży wiatrów (Ryc. 2). Rozkład roczny kierunku wiatru na poszczególnych stacjach pomiarowych jest uwarunkowany przede wszystkim lokalizacją stacji. W omawianym roku w stacjach zlokalizowanych w Gdańsku rozkład był zróżnicowany: w stacji AM2 zaobserwowano przewagę wiatrów z kierunku południowo-wschodniego, w stacji AM5 (poza obszarem miejskim) dominowały wiatry południowo-zachodnie, zaś w stacji AM8 generalnie najwięcej wiatrów zaobserwowano z kierunków południowo-wschodniego i południowo-zachodniego.



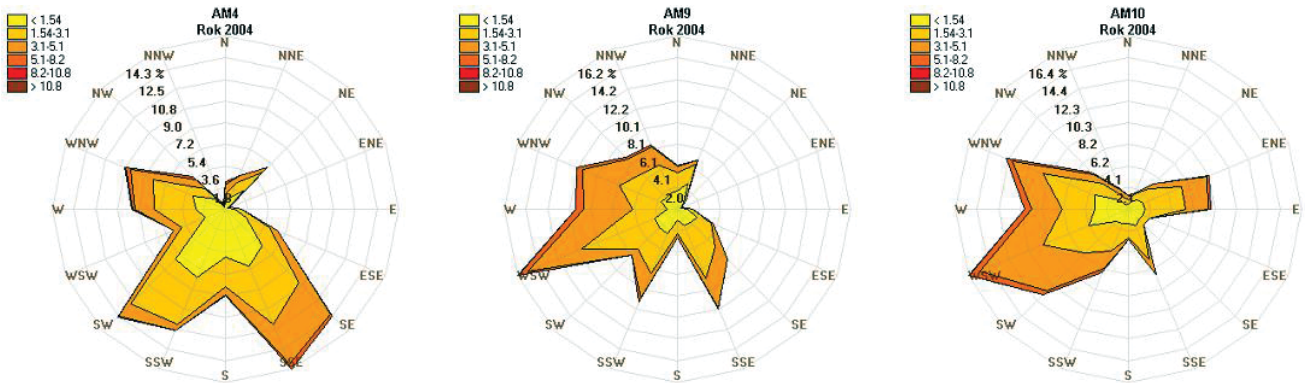




W roku 2004 zarówno w Sopocie jak i Tczewie najczęściej występowały wiatry z kierunku południowo-zachodniego, przy czym w Tczewie było znacznie więcej wiatrów o prędkościach powyżej 3m/s.



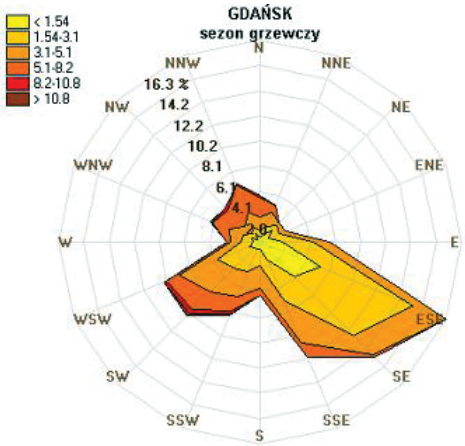
w stacjach zlokalizowanych na obszarze Gdyni rozkład był bardziej zróżnicowany: w stacji AM4 dominowały wiatry południowo-wschodnie, na AM9 i AM10 południowo-zachodnie.

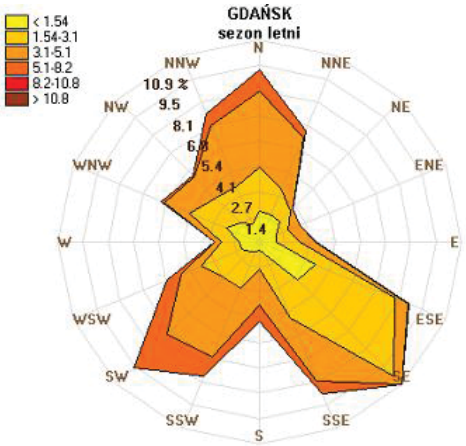


Ryc.49. Częstość występowania kierunków wiatru (%) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2004 roku

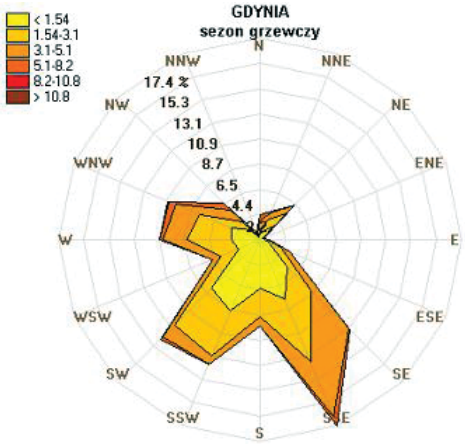
Prędkość i kierunek wiatru w poszczególnych miejscowościach zaprezentowano w formie sezonowych kierunkowo-prędkościowych róż wiatrów (Ryc.48): dla Gdańska w oparciu o wyniki pomiarów ze stacji AM2, AM5 i AM8 (nie uwzględniono stacji AM3 ze względu na stwierdzoną niską reprezentatywność) oraz stacji AM1 z powodu braku danych. Dla Gdyni wyliczono sezonowe róże w oparciu o wszystkie trzy stacje oraz dla Sopotu i Tczewa. We wszystkich miejscowościach najczęściej występowały wiatry słabe (o prędkościach do 2 m/s), najrzadziej natomiast wiatry o prędkościach wyższych niż 5 m/s.

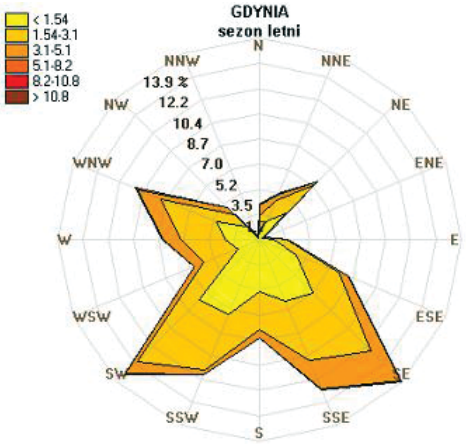
Gdańsk



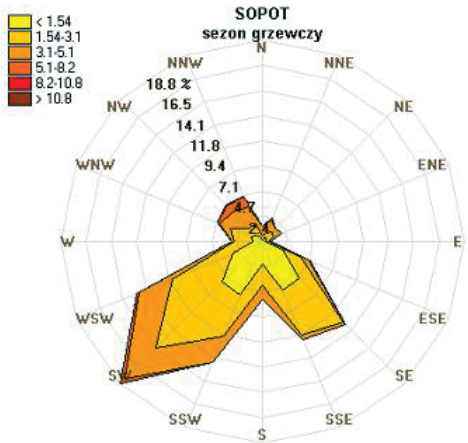


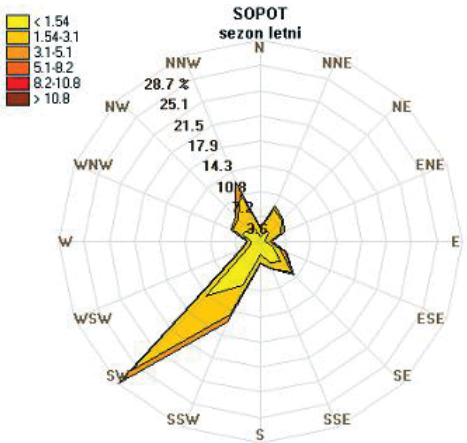
Gdynia



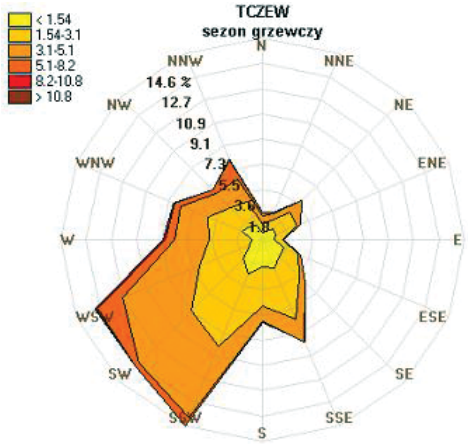


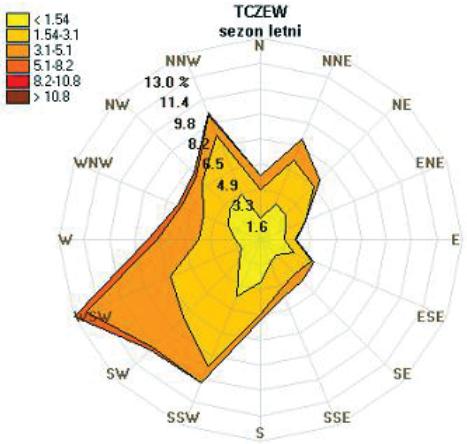
Sopot





Tczew





Ryc.50. Sezonowe kierunkowo-prędkościowe róże wiatrów (%) dla miast aglomeracji gdańskiej w 2004 roku

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	rok
AM1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM2	3, 0	3, 4	3, 8	2, 6	3, 3	3, 2	2, 6	2, 3	3, 1	2, 4	3, 5	-	3, 0
AM3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AM4	2, 2	2, 4	2, 5	1, 9	2, 1	2, 1	1, 6	1, 7	1, 9	2, 1	2, 1	2, 1	2, 1
AM5	3, 4	3, 9	4, 2	3, 2	3, 3	3, 2	2, 5	2, 6	3, 0	3, 0	3, 5	3, 9	3, 3
AM6	2, 3	2, 5	2, 8	1, 9	1, 9	1, 8	1, 6	1, 5	1, 9	1, 7	2, 3	2, 3	2, 0
AM7	2, 5	3, 1	3, 2	2, 1	2, 3	2, 5	2, 1	1, 8	2, 3	2, 2	2, 8	3, 0	2, 5
AM8	2, 2	2, 4	2, 5	1, 6	1, 6	2, 0	1, 5	1, 2	1, 8	1, 7	2, 4	2, 4	1, 9
AM9	2, 6	2, 9	2, 9	2, 0	2.3	2, 5	2, 0	1, 7	2, 5	2, 3	3, 1	3, 2	2, 5
AM10	2, 4	2, 9	2, 9	2, 0	2, 6	2, 7	2, 2	2, 0	2, 5	2, 4	2, 8	3, 1	2, 5

Tabela 28. Średnie miesięczne i roczne wartości prędkości wiatru (m/s) na podstawie odczytów terminowych w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2004 roku

Średnią roczną prędkość wiatru obliczono dla wszystkich stacji z wyjątkiem AM1 i AM3, jej wartości wyniosły od 1,9 m/s w Gdańsku-Wrzeszczu do 3,3 m/s w stacji Gdańsk-Szadółki (tab.6). Najwyższymi prędkościami średnimi w poszczególnych miesiącach wyróżniały się stacje AM2 i AM5, co wynika z ich lokalizacji poza obszarem zwartej zabudowy. W przebiegu rocznym najwyższe prędkości wiatru odnotowywano w styczniu i lutym, najniższe natomiast w sierpniu. Średnie prędkości wiatru wyznaczone dla okresu grzewczego były od 0, 4 do 1, 5 ms^{-1} wyższe, niż odpowiednio dla okresu letniego. Najwyższe dobowe prędkości wiatru (tab.11),od 6,0 ms^{-1} w stacji AM4 do 11,4 m^{-1} w stacji AM2, odnotowano w styczniu (w stacjach AM3, AM4, AM5 i AM6 2 stycznia, a w pozostałych - 29 stycznia). Prędkość wiatru w porywach osiągała wartości od 11 do 18 ms^{-1}. Dni charakterystyczne z wiatrem o prędkości co najmniej 6 ms^{-1} (4Bft) odnotowano na wszystkich stacjach, przy czym na tych zlokalizowanych poza obszarem zwartej zabudowy ich liczba przekraczała 100 w roku, a na pozostałych wyniosła od 30 do 50 dni w roku. Dni z wiatrem o prędkości co najmniej 11ms^{-1} (6Bft) wystąpiły w stacjach AM2 (6 dni), AM1 (3 dni) oraz AM7, AM8, AM9 i AM10 (po jednym dniu). Dzień z wiatrem o prędkości wyższej, niż 17ms^{-1} (8Bft) odnotowano tylko raz, w stacji AM2.

5.5. Natężenie promieniowania bezpośredniego

Pomiary natężenia promieniowania bezpośredniego prowadzone były w stacjach AM6 i AM9. Najwyższe wystąpiły w sierpniu w Sopocie i w czerwcu w Gdyni - Redłowie), najniższe natomiast w grudniu (odpowiednio 57,4 Wm^{-2} i 54,5 Wm^{-2}).

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII
AM6 max 1h	253, 0	439, 0	585, 8	756, 3	846, 4	843, 3	864, 1	732, 6	640, 7	440, 6	211, 8	138, 8
AM9 max 1h	316, 0	410, 6	534, 7	688, 6	822, 7	887, 3	795, 9	723, 8	682, 9	472, 5	298, 3	224, 8

Wyniki obserwacji meteorologicznych prowadzonych w stacjach sieci ARMAAG stanowią cenne źródło informacji na temat warunków meteorologicznych na obszarze Aglomeracji Gdańskiej.
Dzięki prowadzeniu równoległych pomiarów stężeń substancji i parametrów meteorologicznych możliwa jest analiza wpływu znaczących bądź specyficznych źródeł emisji.

6. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ i TCZEWIE

Informacja o jakości powietrza ma kolosalne znaczenie na całym świecie stymulując zachowania ludzi we wszystkich obszarach działalności. Szczególnej uwadze podlega monitorowanie stężeń pyłu uważanego za przyczynę wielu chorób układu oddechowego, benzenu jako przyczyny chorób nowotworowych oraz związków organicznych i dwutlenku węgla jako przyczyny powstawania efektu cieplarnianego.
Informacja bieżąca o jakości powietrza w Aglomeracji Gdańskiej i Tczewie podawana jest on-line na stronie internetowej Fundacji www.armaag.gda.pl, www.gdansk.gda.pl./zielone miasto/komunikat; www.armaag.gda.pl/start.html.
Serie pomiarowe, na podstawie których dokonano oceny spełniały warunki kompletności. Otrzymane wartości stężeń porównano z dostępnymi informacjami z innych miast Europy.

6.1. Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniorocznych

Średnioroczne stężenie dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia normowane jest w odniesieniu do:
- dwutlenku azotu
- pyłu PM10
- benzenu.

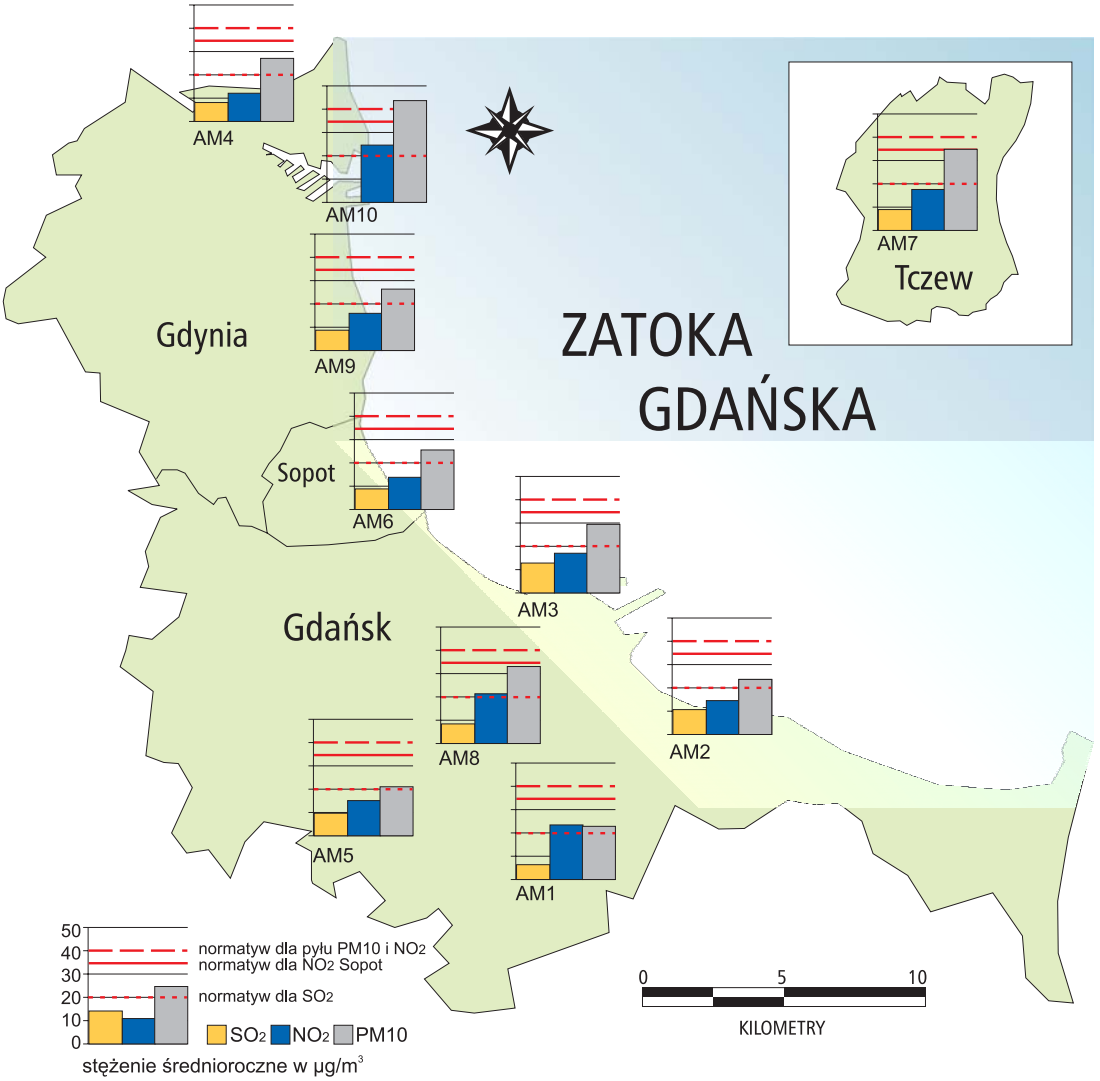
Stężenie średnioroczne dla ochrony roślin określone zostało dla:
- dwutlenku siarki
- tlenków azotu.

Średnioroczne stężenia substancji normowanych ze względu na ochronę zdrowia osiągnęły następujące poziomy:
- dwutlenku azotu od 30% w stacji AM4 do 61,5% w stacji AM10
- benzenu 32% w stacji AM10.

Stężenia pyłu PM10 mierzonego metodami równoważnymi dla metody wskazywanej jako referencyjna przekroczyły poziom dopuszczalny: w stacji nr 10 w Gdyni o 9%. W pozostałych stacjach wartości stężeń pyłu PM10 wynosiły od 51, 7,3% w stacji AM5 do 87,5 % w stacji AM7. Dla substancji, których poziom jest normowany ze względu na ochronę roślin, kryteria czystości powietrza w stosunku do norm średniorocznych dotrzymane były w Gdańsku, Sopocie i Tczewie i w rejonie dwóch stacji w Gdyni.

Dla tych substancji średnioroczne wartości stężeń osiągały poziomy dla:
- dwutlenku siarki od 24% w stacjach AM1, AM6 i AM7 do 45,54% w stacji AM3
- tlenków azotu od 58,7% w stacji AM6 do 81,8% w stacji AM7.
- przekroczenia średniorocznego stężenia tlenków azotu odnotowano w stacjach AM1 i AM10.

Średnioroczne wartości stężeń pokazano na rycinie 49.



Ryc.51. Średnioroczne wartości stężeń w stacjach *sieci ARMAAG w roku 2004*

6. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ i TCZEWIE

Podobnie jak w poprzednich latach, przedstawiamy opisową ocenę jakości powietrza, stosując skalę przyjętą w komunikacie prezentowanym na stronie internetowej Fundacji i odpowiadającą poziomom oceny uwzględniającej górne i dolne progi oszacowań.
Do opisu stanu powietrza atmosferycznego zastosowano następującą skalę ocen:

0-40 % normy	b.dobry
41-60 % normy	dobry
61-100 % normy	dostateczny
> 100 % normy	zły

Wyniki opisowej oceny dla poszczególnych miast przedstawiono w tabeli 29:

Miasto	Stan jakości powietrza			
	dwutlenek siarki	dwutlenek azotu		pył PM 10
GDAŃSK	dobry	dobry		dostateczny
GDYNIA	dobry	dobry		dostateczny
SOPOT	dobry	dobry		dostateczny
TCZEW	dobry	dobry		dostateczny
Norma [μg/m^3]	20[2]	40[3]	35[4]	40

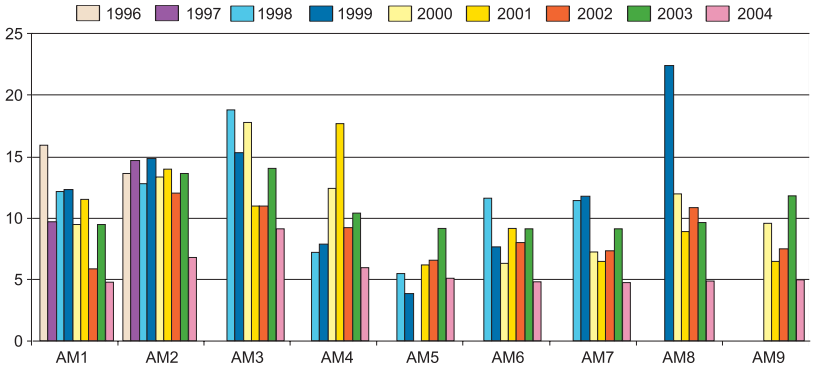
Tabela 29. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych

Porównując wielkości występujących stężeń do norm średniorocznych można stwierdzić:
- jakość powietrza w odniesieniu do imisji dwutlenku siarki jest bardzo dobra,
- w odniesieniu do dwutlenku azotu jakość poprawiła się w Sopocie, pogorszyła się w Gdyni i Tczewie;
- w dalszym ciągu niekorzystna jest sytuacja w przypadku pyłu PM10, mimo poprawy w stosunku do roku 2003 nadal we wszystkich miastach odnotowano zaledwie dostateczny poziom zanieczyszczenia.

Zmiany stężeń średniorocznych w latach 1996 - 2004 dla ocenianych substancji przedstawiono na poniższych rycinach.

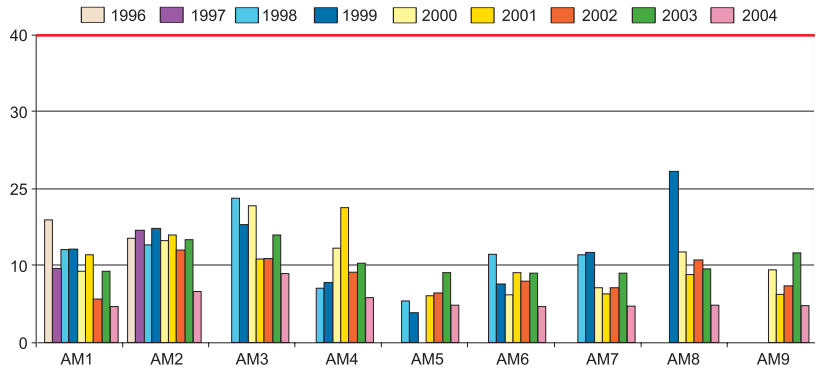
W stosunku do roku poprzedniego średnioroczne stężenia dwutlenku siarki obniżyły się o około 9 μg/m^3. We wszystkich stacjach zanotowano spadek stężeń średniorocznych.

[2]Ze względu na ochronę roślin, [3]obszar, [4]uzdrowisko



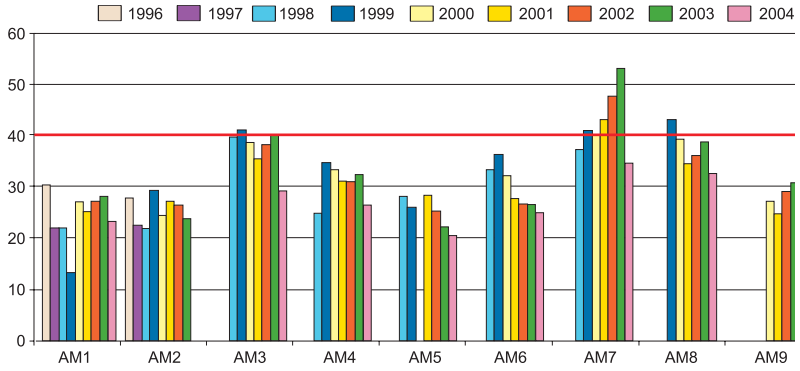
Ryc.52. Zmiany średniorocznych wartości stężeń dwutlenku siarki w stacjach *sieci ARMAAG*

Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu utrzymują się na poziomie około 10 $\mu g/m^3$. We wszystkich stacjach zanotowano spadek stężeń średniorocznych. Nieznaczny wzrost zanotowano w stacji AM5. Jest on prawdopodobnie spowodowany oddaniem do użytku osiedla mieszkaniowego ogrzewanego przez indywidualne źródła ciepła zasilane gazem lub olejem opałowym.



Ryc.53. Sieć ARMAAG -zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku azotu

Średnioroczne stężenia pyłu w roku 2004 zanotowały tendencję spadkową. We wszystkich stacjach zaobserwowano niższe wartości stężeń a jedyne przekroczenie wystąpiło w stacji Gdynia Port poddanej intensywnemu oddziaływaniu emisji z Portu i Stoczni.



Ryc.54. Zmiany średniorocznych wartości stężeń pyłu PM10 w stacjach *sieci ARMAAG*

6.2 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniodobowych

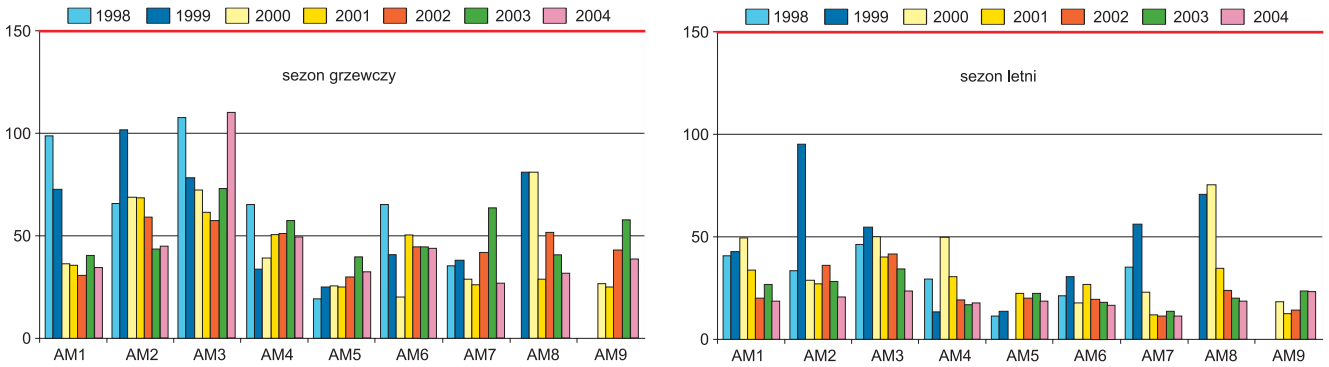
W odniesieniu do norm średniodobowych przekroczenia odnotowano jedynie dla **pyłu zawieszonego PM10**.
W ciągu całego roku ilość dni z przekroczeniami wyniosła:
- w aglomeracji: 105 (spadek o 43)
- w Tczewie: 49 (spadek o 96)

przy ilości tolerowanej: 35.

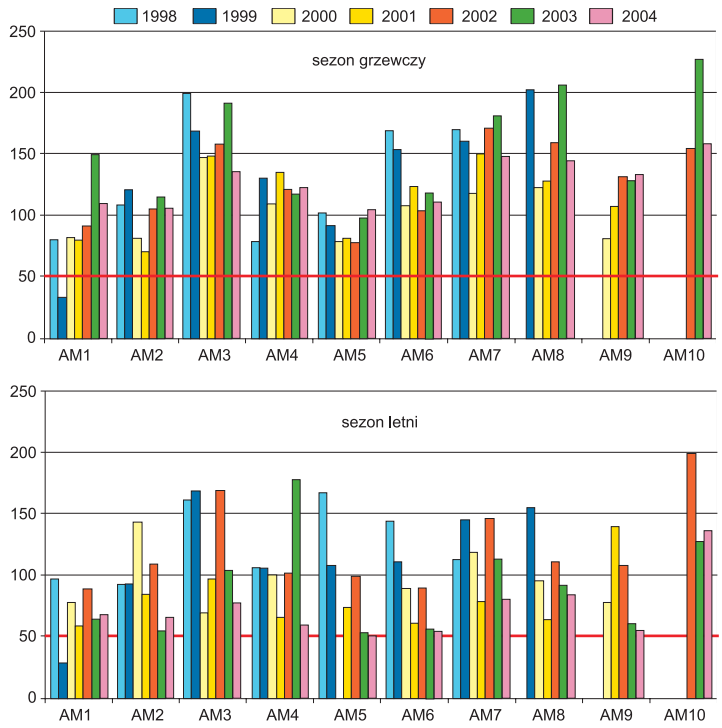
Wyników wyższych niż norma D_{24}=50 $\mu g/m^3$ zanotowano:
- na terenie Gdańska 7,9 % (w roku 2003 - 14,2%)
- w Gdyni 14,0% (w roku 2003 - 22,2%)
- w Sopocie 5,9 % (w roku 2003 - 10,1%)
- w Tczewie 13,9 % (w roku 2003 - 44,4%).

Średniodobowe stężenia wyższe niż 50 $\mu g/m^3$ odnotowano we wszystkich stacjach.

Zmiany maksymalnych wartości średniodobowych w latach 1998 - 2004 dla substancji, dla których określone są normy dobowe (dwutlenek siarki i pył PM10) pokazano na kolejnych rycinach.



Ryc.55. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki lata 1998 -2004



Ryc.56. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 lata 1998 -2004

Średniodobowe stężenia dwutlenku siarki w 2004 roku nie były przekraczane. Najwyższe stężenie równe 107,0 $\mu g/m^3$ odnotowano w okresie grzewczym w stacji AM3 w Gdańsku Nowym Porcie 31 stycznia 2004. Stacja zlokalizowana jest w rejonie oddziaływania emisji z EC oraz z ogrzewania indywidualnego. W tym dniu odnotowano gwałtowny spadek temperatury powietrza do -9,5°C.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce wymaganiami dotyczącymi wykonywania ocen jakości powietrza, przy szacowaniu wyników należy brać pod uwagę wartość percentyli: dla dwutlenku siarki 98,9, dla pyłu zawieszonego PM10 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 1,1% wyników dla SO_2 a dla pyłu PM10 9,9% i 2,2% w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{24}. W poniższych tabelach zestawiono obliczone percentyle dla waznych serii pomiarowych:
dnosząc się do wartości percentyla należy stwierdzić, że na terenie aglomeracji i w Tczewie percentyl dla dwutlenku siarka nie był wyższy niż norma, natomiast dla pyłu PM10 oba percentylie były przekraczane. Jedynie w stacji AM2 i AM5 percentyl 90,1 był niższy od wartości dopuszczalnej.
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.

Stacja	Wartość percentyla S99, 8 [$\mu g/m^3$]		
	2002	2003	2004
AM1 - Gdańsk Śródmieście	21, 0		24, 6
AM2 - Gdańsk Stogi	40, 1	31, 8	30, 4
AM3 - Gdańsk Nowy Port	41, 7	51, 4	55, 4
AM4 - Gdynia Pogórze	34, 2	44, 8	28, 3
AM5 - Gdańsk Szadółki	20, 2	26, 2	23, 3
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	34, 8	33, 4	27, 5
AM7 - Tczew ul.Targowa	26, 3	35, 8	21, 2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	32, 1	32, 5	27, 1
AM9 - Gdynia Redłowo	32, 1	39, 9	25, 1
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu g/m^3$]	***150***		

Tabela 30. Wartość percentyla z rocznych serii pomiarowych 24h wyników SO_2

Stacja	Wartość percentyla [$\mu g/m^3$]					
	percentyl 90, 1			percentyl 97, 8		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
AM1 - Gdańsk Śródmieście	51, 8	55, 5	42, 8	79, 0	80, 9	61, 7
AM2 - Gdańsk Stogi	52, 2	47, 6	39, 4	81, 9	66, 0	61, 0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	81, 2	78, 3	53, 9	116, 6	127, 0	81, 3
AM4 - Gdynia Pogórze	55, 4	63, 7	46, 7	89, 7	92, 8	73, 9
AM5 - Gdańsk Szadółki	47, 1	41, 3	33, 6	74, 7	58, 3	52, 0
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	48, 8	50, 4	42, 3	76, 5	73, 3	59, 3
AM7 - Tczew ul.Targowa	79, 7	93, 6	56, 6	109, 2	124, 3	82, 9
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	61, 5	78, 3	54, 8	96.,6	108, 2	84, 9
AM9 - Gdynia Redłowo	54, 7	59, 9	43, 0	87, 9	88, 9	74, 6
AM10 - Gdynia Port	87, 8	89, 7	76, 5	136, 7	129, 5	106, 4
Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu g/m^3$]	***50***					

Tabela 31. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych 24h wyników PM10

6.3 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 8 h kroczących

Dla dwóch substancji normowane są poziomy stężeń 8-godzinnych wyliczanych krocząco.
Dla **tlenku węgla** dopuszczalny poziom stężenia nie został przekroczony. Maksymalne stężenie wyniosło 44,1% normy dla obszaru (AM8) i 15,2% dla Sopotu (uzdrowisko).
W odniesieniu do **ozonu** przekroczenia 8-godzinnej normy ozonu notowano w sezonie letnim na trzech stacjach - AM3, AM5 i AM9. Łączna ilość dni z przekroczeniami wyniosła 3.

6.4 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 1 h

Stężenia chwilowe o obowiązującym w roku 2004 czasie uśredniania 1h o wartościach wyższych niż dopuszczalne wystąpiły dla dwutlenku siarki i dwutlenku azotu. tężenia dwutlenku siarki i ozonu były niższe niż wartości normowe.
Maksymalne stężenie dwutlenku siarki = **399,8 $\mu g/m^3$** wystąpiło w stacji nr 3 w dniu 31 stycznia przy znacznym spadku temperatury.
Stężenie dwutlenku azotu wyższe niż dopuszczalne = **453,4 $\mu g/m^3$** wystąpiło w stacji nr 8 w Gdańsku przy ul. Leczkowa w dniu 6 stycznia o godzinie 9, przy temperaturze -9°C 8 w okresie intensywnego zapotrzebowania na ciepło. W tej stacji zanotowano 4 przypadki jednogodzinnych wartości stężeń wyższych niż normowa. Pojedynczy przypadek zanotowano w stacji nr 7 w Tczewie w dniu 22 stycznia o godzinie 7 przy temp. -10,7°C.

Oprócz wartości stężenia istotnym jest czas jego występowania. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h jest percentyl S99,8 dla dwutlenku azotu i 99,7 dla dwutlenku siarki, obliczany z rocznej serii pomiarów chwilowych. Przekroczenie dopuszczalnej wartości 1h stężeń w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość percentyla S99,8 jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{1h}. W praktyce oznacza to, że przekroczenie normy występuje, gdy więcej niż 0,2% wyników w ciągu roku osiąga wartości wyższe od D_{1h} i analogicznie dla percentyla 99,7 - 0,3%...

W tabeli 28 przedstawiono ilość odnotowanych przekroczeń stężeń chwilowych NO_2 oraz wartość percentyli S99,8 (dwutlenek azotu) i 99,7 (dwutlenek siarki).

Stacja	Dwutlenek azotu	
	Wartość percentyla S99, 8	Ilość przekroczeń D1h
AM1 - Gdańsk Port	83, 5	
AM2 - Gdańsk Stogi	56, 2	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	69, 2	
AM4 - Gdynia Pogórze	60, 5	
AM5 - Gdańsk Szadółki	74, 1	
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	66, 4	
AM7 - Tczew ul.Targowa	101, 8	1
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	173, 9	4
AM9 - Gdynia Redłowo	74, 3	
AM10 - Gdynia Port	105, 0	

Tabela 32. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych wyników 1h

Stężenia chwilowe ozonu porównano z progiem ostrzegania = **180 μg/m3**. Nie odnotowano stężeń wyższych od tej wartości.
1h stężenia dwutlenku siarki były niższe od normy dyspozycyjnej.
1h stężenia dwutlenku azotu w 5 przypadkach były wyższe od norm dyspozycyjnych 4 razy w Gdańsku i raz w Tczewie, przy czym wartość percentyla nie została przekroczona.

Reasumując:
Stan powietrza w roku 2004 na obszarze aglomeracji gdańskiej systematycznie poprawia się. Bardzo ważna role odgrywają warunki meteorologiczne, które w roku 2004 były wyjątkowo korzystne na obszarze objętym pomiarami. Spadek emisji przemysłowej przy wzroście emisji komunikacyjnej powoduje, że oddziaływanie długoterminowe jest słabsze, natomiast notuje się więcej epizodów.
Po uwzględnieniu wszystkich obowiązujących kryteriów czystości powietrza: norm średniorocznych, średniodobowych, a także obowiązujących percentyli obrazujących czas występowania zadanych stężeń, jakość powietrza w aglomeracji można uznać za więcej niż **dobrą** w stosunku do zanieczyszczeń gazowych, natomiast za **dostateczną** w odniesieniu do pyłu PM10.

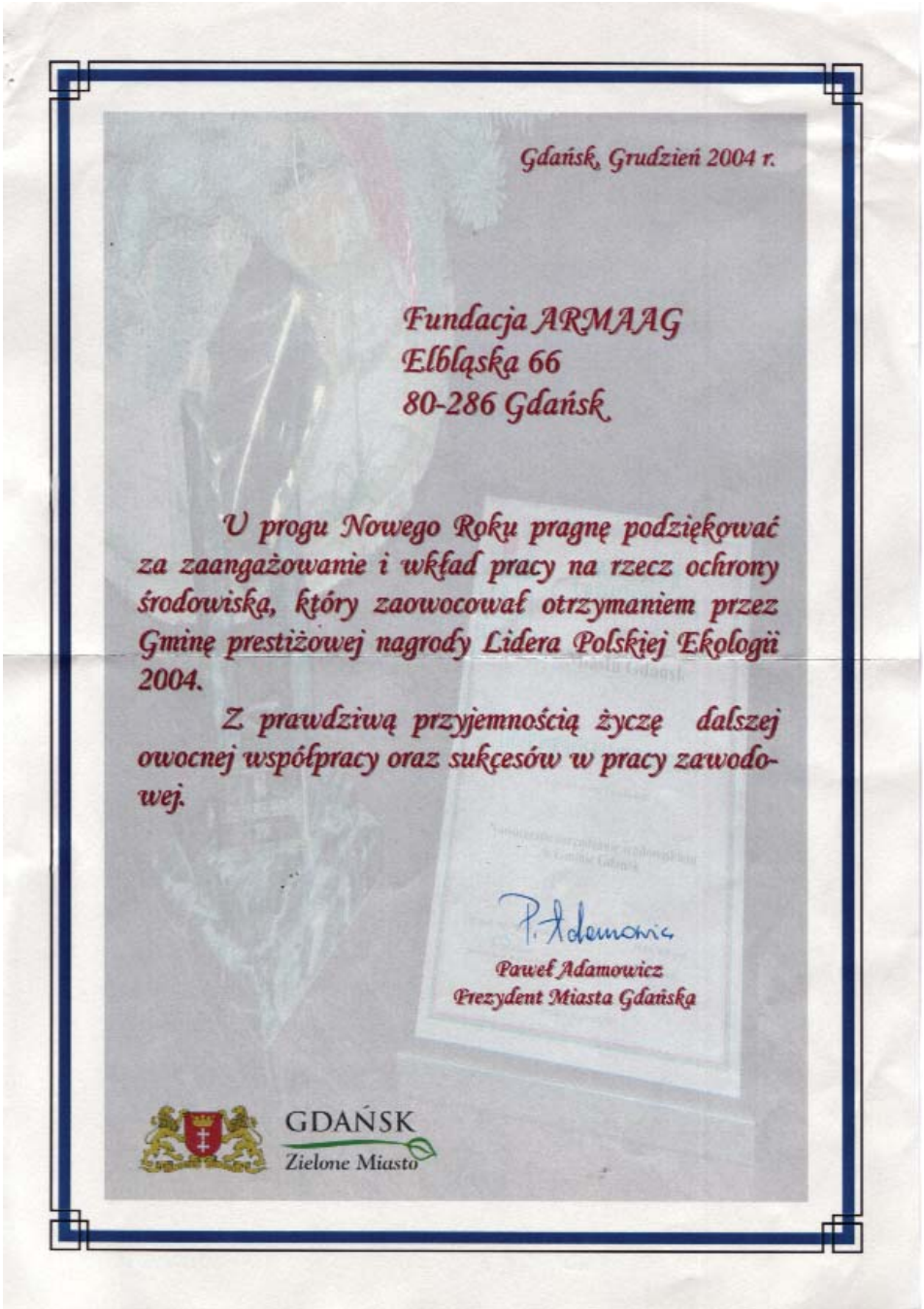
6.5 Ocena jakości powietrza na tle wyników pomiarów z innych miast.

Tradycyjnie zestawiamy dostępne wyniki pomiarów z sieci z innych miast europejskich.

Nazwa substancji	Przeciętne stężenie średnioroczne [$\mu g/m^3$]				Maksymalne stężenie średniodobowe [$\mu g/m^3$]			Maksymalne stężenie chwilowe [$\mu g/m^3$]			
	Gdańsk	Paryż	Dortmund	Kopenhaga	Gdańsk	Paryż	Kopenhaga	Gdańsk	Paryż	Dortmund	Kopenhaga
Dwutlenek siarki	8	8	6	4	32	38		102	207	245	66
Dwutlenek azotu	21	44	35	22		103		453	198	191	93
Pył PM10	33	22	27	19	144	59	53	312	134		
Ozon	45	38		48	123*	168*	119*	132	200		127
Tlenek węgla	461			300	4410*		1106*	5818			2140
Benzen	2	4	4					15	22		

*dotyczy 8h

Tabela 33. Porównanie wyników pomiarów sieci ARMAAG i Airparif.



Gdańsk, Grudzień 2004 r.

Fundacja ARMAAG
Elbląska 66
80-286 Gdańsk

U progu Nowego Roku pragnę podziękować za zaangażowanie i wkład pracy na rzecz ochrony środowiska, który zaowocował otrzymaniem przez Gminę prestiżowej nagrody Lidera Polskiej Ekologii 2004.

Z prawdziwą przyjemnością życzę dalszej owocnej współpracy oraz sukcesów w pracy zawodowej.

P. Adamowicz

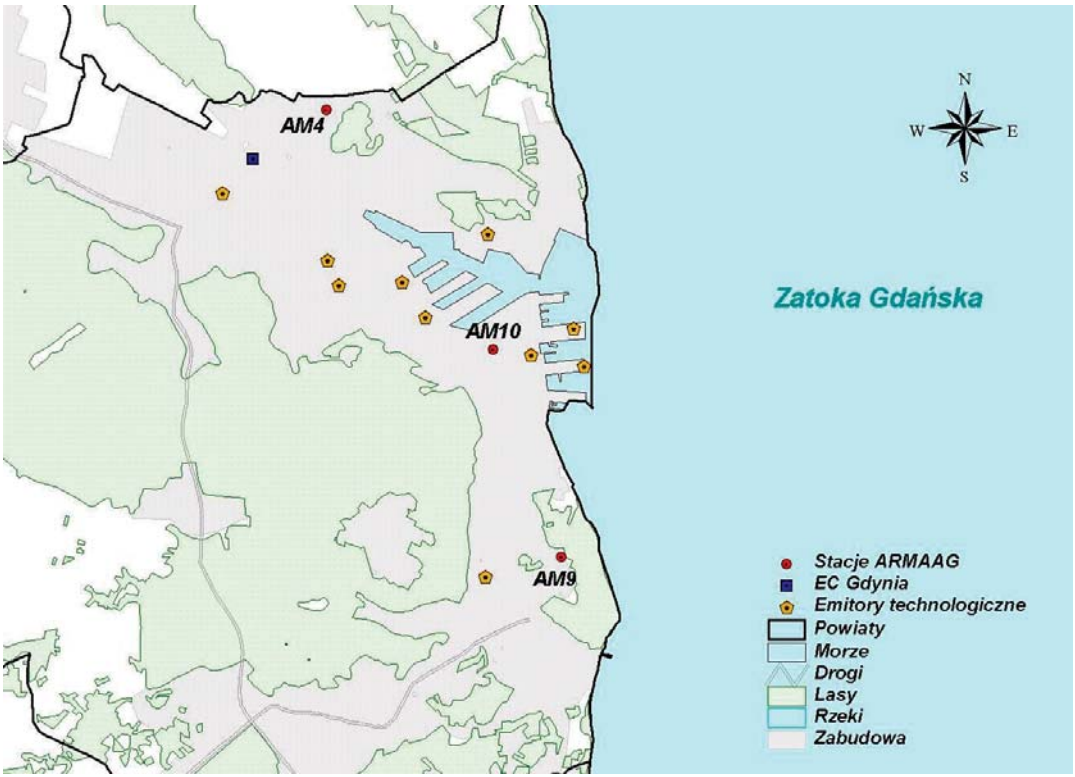
Paweł Adamowicz
Prezydent Miasta Gdańska

GDAŃSK
Zielone Miasto

7. INNE DZIALANIA STATUTOWE FUNDACJI

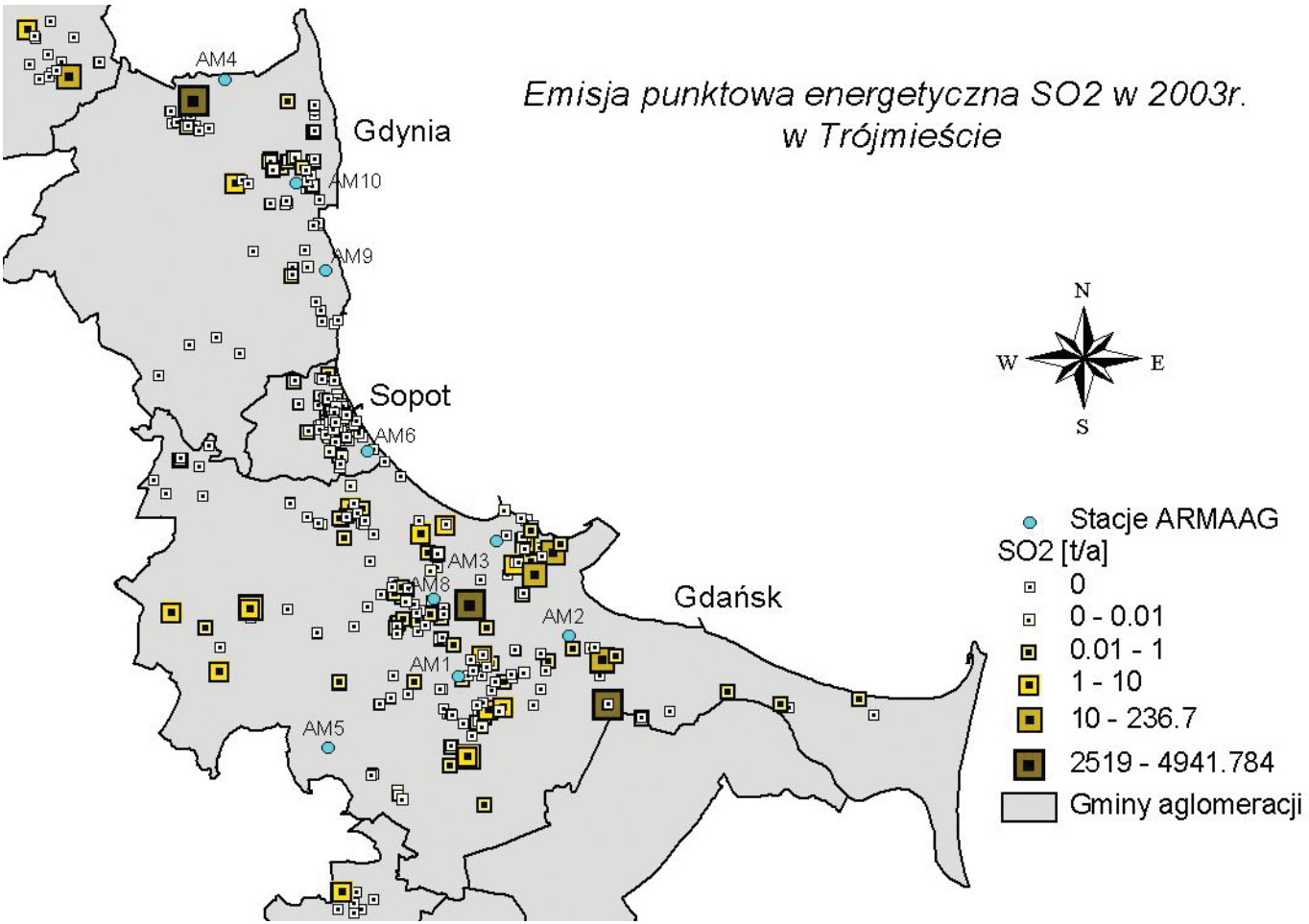
7.1 BAZA EMISJI W WOJEWÓDZTWIE POMORSKIM

W roku 2004 Fundacja została zaproszona przez Marszałka Województwa do współpracy przy tworzeniu wojewódzkiej bazy emisji. W wyniku tej współpracy Fundacja uzyskała dostęp do aktualnej bazy emisji w aglomeracji i Tczewie oraz nowoczesne narzędzia wspomagające opracowywanie analiz i ocen jakości powietrza (oprogramowanie ARC View 8.3). Przydatnym narzędziem w ocenie jakości wyników jest możliwość wizualizacji emitorów w otoczeniu stacji.
Poniżej przedstawiono lokalizację stacji w Gdyni i najbardziej istotne -w aspekcie wpływu na powietrze - emitory.

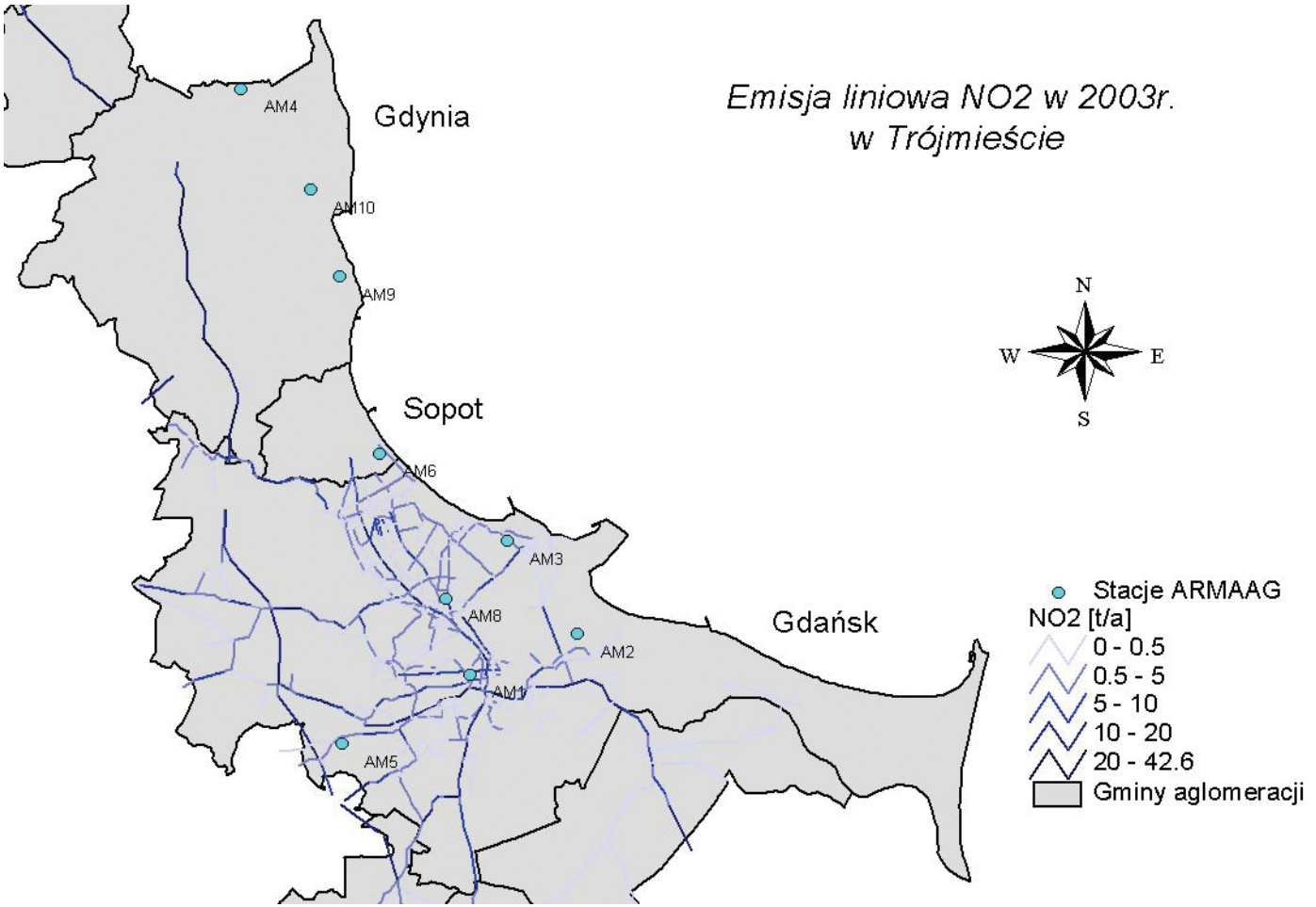


Ryc.57. Lokalizacja stacji ARMAAG w Gdyni i istotnych emitorów

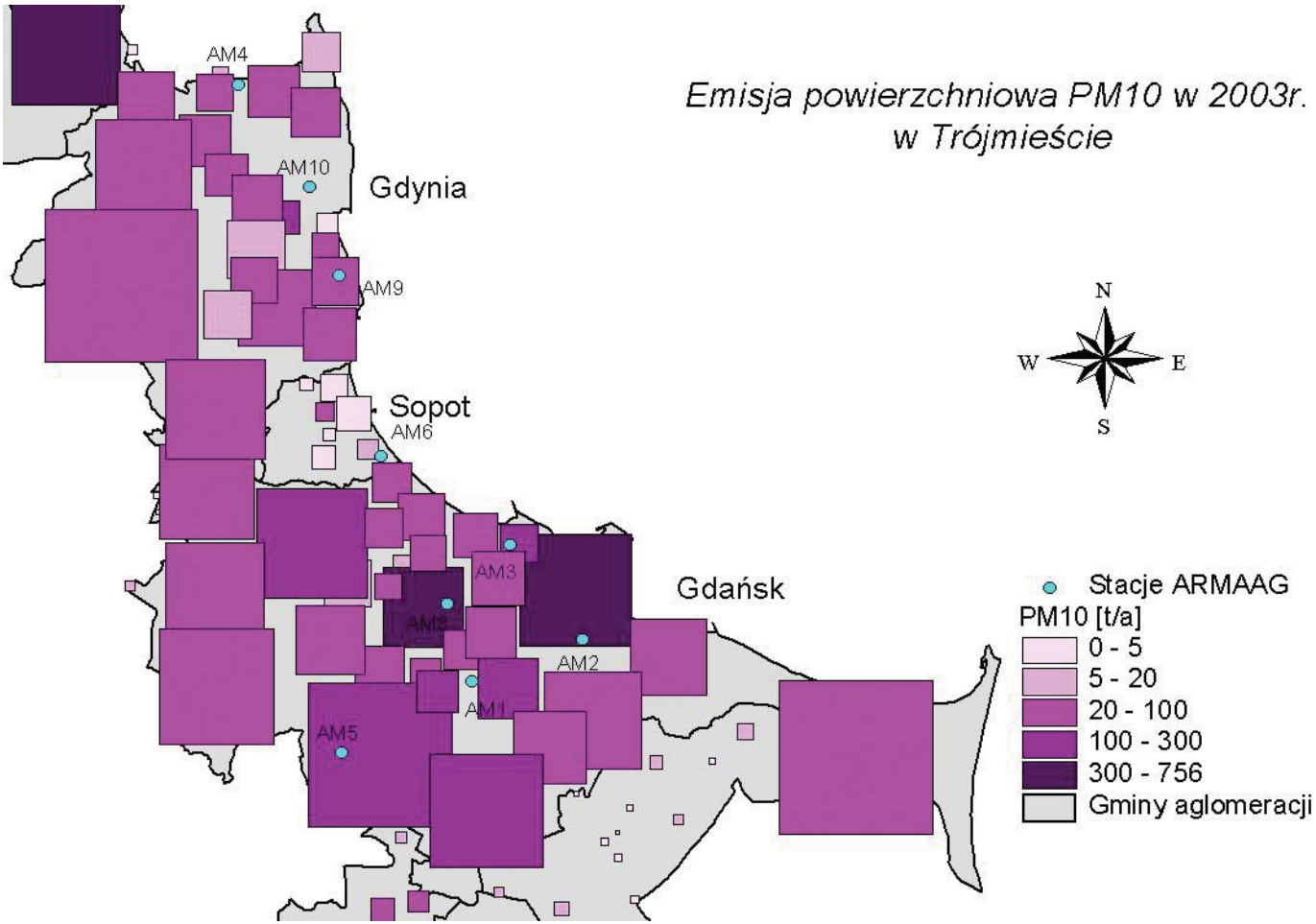
Bazy emisji prezentowane są na mapie GIS, na której osadzone zostały także stacje ARMAAG. Przykłady baz emisji zaprezentowano poniżej:



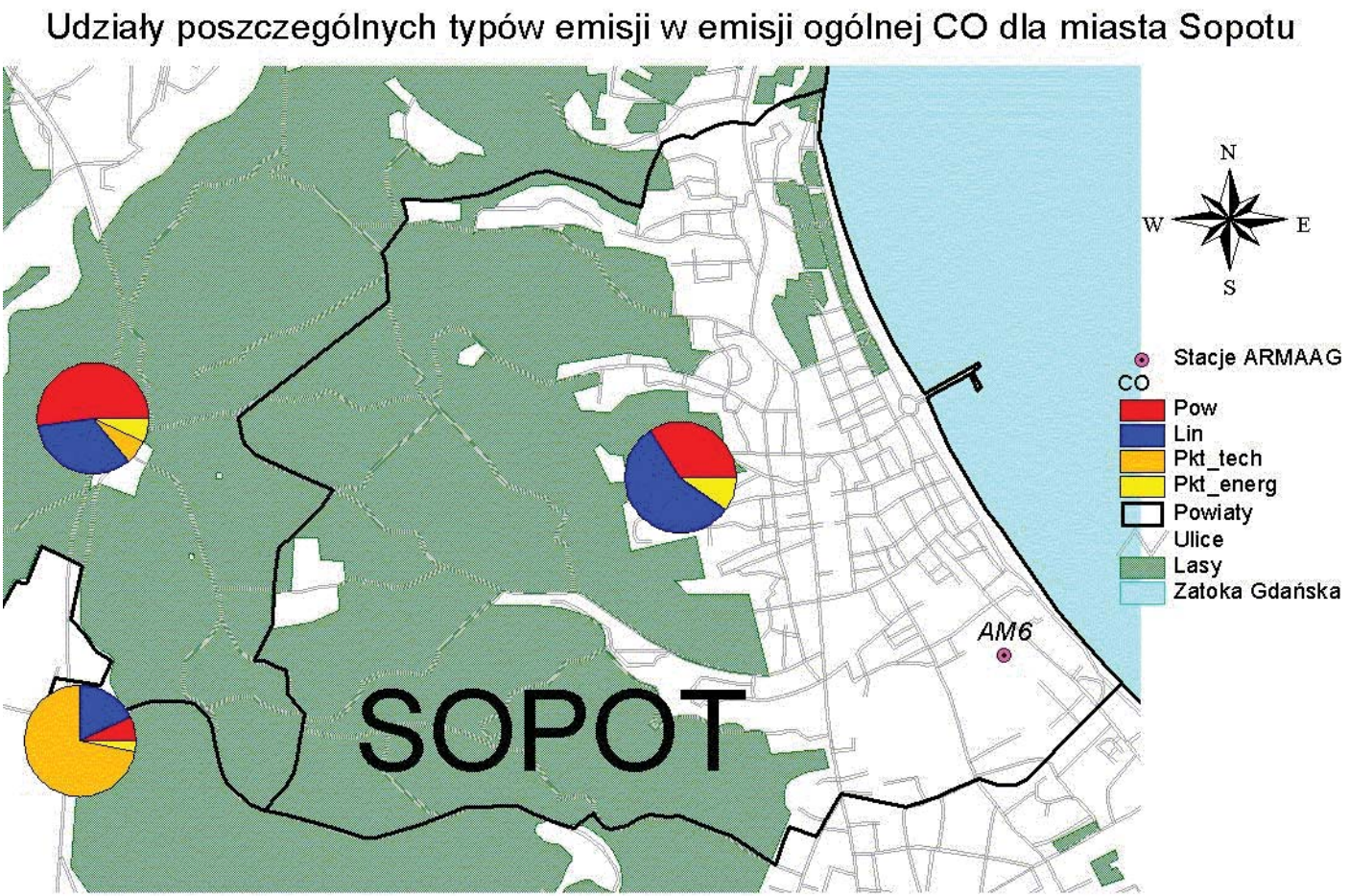
Ryc.58. Przykład prezentacji emisji punktowej energetycznej



Ryc.59. Przykład prezentacji emisji liniowej



Ryc.60. Przykład prezentacji emisji liniowej



Ryc.61. Podział różnych typów emisji

Baza emisji oraz przekazane oprogramowanie umożliwią wykonywanie prezentacji i analiz będących podstawą kompletnej informacji o jakości powietrza i wynikających z niej procedur postępowania w przypadku wystąpienia stanów alarmowych lub alertowych.

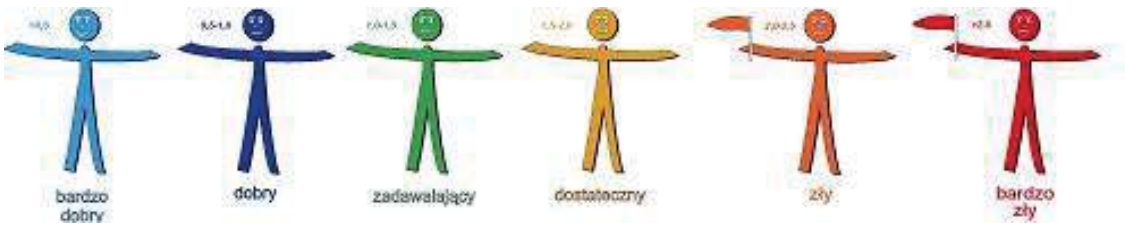
7.2 Projekt demonstracyjny "AIRPOMERANIA"

W listopadzie 2004 Fundacja przystąpiła jako partner do przygotowania wniosku o uzyskanie wsparcia finansowego z Instrumentu LIFE ŚRODOWISKO. Projekt zgłoszony przez Marszałka Województwa jako Beneficjenta nosi tytuł: PROGNOZOWANIE I INDEKS JAKOŚCI POWIETRZA - SYSTEM INFORMOWANIA I OSTRZEGANIA SPOŁECZEŃSTWA W WOJEWÓDZTWIE POMORSKIM AIRPOMERANIA
Założeniem projektu jest stworzenie możliwości integracji zadań rozproszonych pomiędzy organami administracji publicznej i samorządowej oraz zapewnienie społeczeństwu dostępu do informacji o jakości powietrza zgodnie z wymaganiami Prawa Ochrony Środowiska i Dyrektyw UE, w tym Dyrektywy IV i Konwencji z Aarhus.
W projekcie przewidziano opracowanie procedur wspierania decyzji, dotyczących zarządzania jakością powietrza, programów ochrony powietrza, umożliwiając ich monitorowanie i ocenę rezultatów. Projekt demonstracyjny oparty jest o otwartą platformę zapewniającą rozszerzenie monitorowanych związków (SO_2, NO_2, O3, CO, PM10, PM2, 5, benzen, ołów) o lotne związki organiczne stanowiące istotny problem większości miast w Europie oraz o rtęć gazową (Dyrektywa IV).

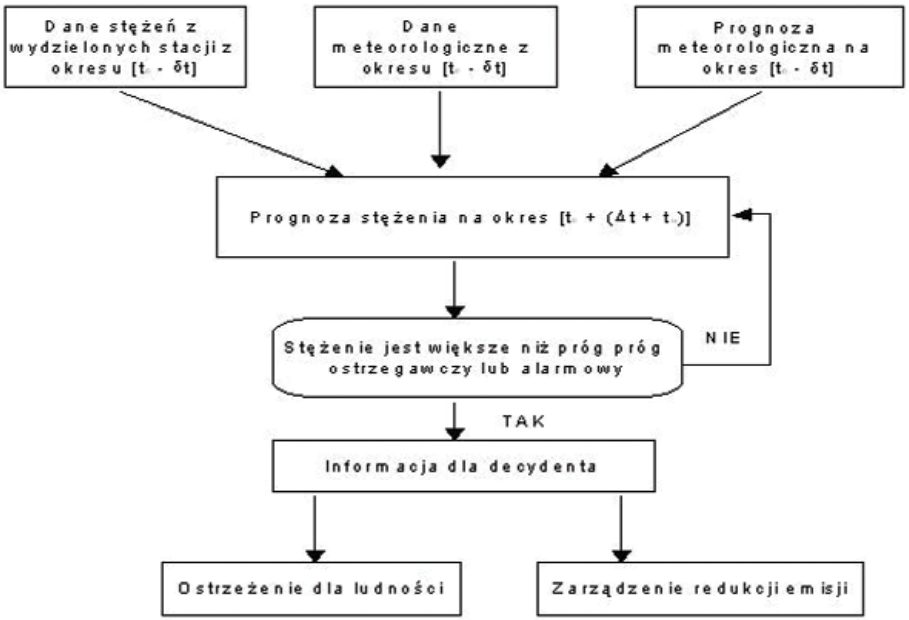
Oczekiwane rezultaty:
- strona internetowa co najmniej w dwóch językach: polskim i angielskim,
- prezentacja on-line: danych o zanieczyszczeniach,
- prezentacja analiz, wskaźników jakości, prognoz, ostrzeżeń itp.,
- aplikacje dla pozyskiwania informacji zwrotnej od społeczeństwa,
- aplikacje dostępowe dla zainteresowanych stron: społeczeństwo, organy administracji publicznej, jednostki naukowo-badawcze, podmioty gospodarcze,
- komunikaty.

Przewiduje się, że informacja bieżąca o jakości powietrza oraz prognozowane stany zanieczyszczeń udostępniane będą za pomocą następujących narzędzi:
- raportów, internetu (strona WWW) i interaktywnych stron www dla tworzenia scenariuszy dla różnych założeń rozwojowych miast i innych obszarów, informacji radiowej, telefonicznej, dużych wyświetlaczy, teletekstu, telefonii komórkowej, kiosków internetowych.

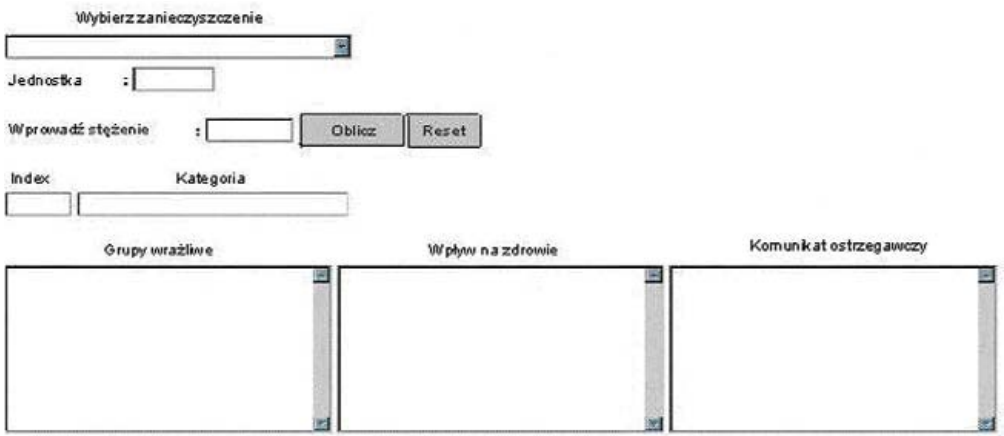
W projekcie założono, że Fundacja ARMAAG wprowadzi i wdroży algorytm indeksu jako najprostszej formy określenia jakości powietrza z jednoczesną informacją o skutkach zdrowotnych.



Ryc.62. Proponowany graficzny znak indeksu jakości powietrza



Ryc.63. Procedura ostrzegawcza



Ryc.64. Interaktywna plansza informacyjna o jakości powietrza

Zdań kilka o potrzebach i skuteczności...
Budowa systemu oceny jakości danych pomiarowych

(wersja 0.3.9)

Autor:
Piotr Oskar Czechowski

Słowem wstępu

Artykuł ten powstał na bazie wieloletnich doświadczeń w zakresie prac analitycznych dla potrzeb automatycznych sieci monitorujących stan atmosfery. Inspiracją dla autora były kontakty z praktykami pracującymi w tej branży, którzy jednoznacznie wskazują na potrzebę budowy systemów analitycznych w sieciach monitorujących stan atmosfery, z drugiej jednak strony obawiają się zagłębiania w metodologii wykorzystywanej do obróbki statystycznej danych.

"Zagubienie" w metodach statystycznych kontrastuje z głęboką, fachową wiedzą tych osób, która budzi najwyższy podziw i szacunek. Stąd narodziła się potrzeba nawiązania do najczęściej poruszanych przez nich problemów i bolączek językiem prostym i w zamyśle jak najbardziej zrozumiałym. Pokazania i przekonania do tego, że stosowanie metod ilościowych nie musi być "trudnością nie do pokonania",a wręcz przeciwnie - realną pomocą w rozwiązaniu codziennych jak i rzadziej spotykanych problemów. Nie zawsze rozwiązanie da się wyjaśnić w kilku prostych słowach, nieraz trzeba włożyć spory wysiłek, ale efekt końcowy będzie satysfakcjonujący. Praca ze świadomością, że "nie jest to takie niepojęte i trudne" w wyniku daje po wielokroć większe efekty.

Zwrócenie uwagi na wybranych kilka negatywnych elementów obcowania z metodami ilościowymi nie ma celu dyskredytacji nikogo, lecz zwrócenie uwagi na realny problem, który jest całkowicie pomijany, ilustrując go przez odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania. Doboru pytań dokonano arbitralnie, z zamysłem dalszej dyskusji.

Droga poprzez pokazanie w praktyce, jak skutecznymi mogą być narzędzia statystyczne, wydaje się właściwym elementem dyskusji.

"Nie ma potrzeby budowy systemu statystycznego w sieci monitorujących atmosferę"

jeżeli już taka potrzeba istnieje to policzenie średniej i percentyli nie nastręcza większych problemów. Takie, lub też bardzo zbliżone, opinie dominują wśród wielu osób związanych z analizami w zakresie monitoringu atmosfery. Czy są one słuszne? Przypatrzmy się również innym opiniom i zastanówmy się nad wybranymi przyczynami, które prowadzą do tego rodzaju wniosków.

Rzeczą pierwotną do dalszych rozważań jest sprecyzowanie pojęcia system statystyczny a w istocie statystyka i jej umiejscowienie.

Słów kilka o definicjach i podejściu

Jedna z przywoływanych, podręcznikowych, definicji statystyki mówi, że "statystyka jest nauką o metodach badania prawidłowości występujących w zbiorowościach, opisującą te prawidłowości za pomocą liczb. W badaniach różnorodnych zbiorowości i zjawisk znajdują zastosowanie metody opisu statystycznego i metody wnioskowania statystycznego" [Balicki, Makać 2002]. Tak też pojęcie statystyki funkcjonuje u znakomitej większości absolwentów i pokutuje niejako w ich przyszłej pracy tworząc nieco mylny obraz metod dobieranych i stosowanych w konkretnych przypadkach nieraz bez wnikania w istotę zagadnień. Cel i wybór metody w zależności od kryteriów, często technicznych - to najczęściej spotykany sposób rozwiązania problemu choć na szczęście, jak przekonuje m.in. Aczel [Aczel 2000] ulega to zmianom. W podejściu tym można doszukać się braków w zakresie ciągłości dochodzenia, komplementarności zastosowanych metod oraz praktycznego przełożenia. Stosowanie, nawet najbardziej zaawansowanych narzędzi, w sposób wyrywkowy bez osadzenia ich choćby we współczesnym dorobku informatyki jest wysoce nieskuteczne w praktyce.

Powoduje to niechęć czy też w skrajnych przypadkach odrzucenie w ogóle tego kierunku rozwiązywania problemów,"bo i nie wiadomo jak je rozwiązywać" - padają często stwierdzenia - a co ważniejsze trudno mówić w tym przypadku o konwertowaniu danych na wiedzę, co jest istotą rozwiązania problemu [Tadeusiewicz 2000]. W najlepszym przypadku można mówić o bardzo wąskim horyzoncie, milcząco pomijając większość realnych problemów.

Całkowicie odmienne podejście reprezentowane jest przez badaczy z zakresu psychologii i socjologii, które to poprzez rozróżnienie znajomości biernej i czynnej [Brzeziński 1999] metodologii badań prowadzi do zrozumienia, rozwiązania i przeciwdziałania problemom w przyszłości. Owszem, znajomość narzędzi statystycznych jak warunkiem koniecznym lecz nie wystarczającym, co jest różnicą z pozoru niewielką lecz zasadniczą. Fakt, że ten tok przekazywania wiedzy, reprezentowany jest w głównej mierze przez badaczy ze środowisk psychologicznych, znakomicie utrudnia zapoznanie się z nim osobom "spoza" lecz ugruntowana i rozwijana przez nich metodologia badań jest doskonałym "budulcem" do implementacji w różnego rodzaju zagadnieniach, w tym w szczególności inżynierii środowiska.

Tyle, w dużym syntetycznym skrócie, definicje podstawowe i propedeutyka - czas przyjrzeć się problemom.

Czyniąc wstęp, nawiązujący z racji możliwości technicznych opracowania bardzo ogólnikowo, do konsekwencji podtrzymywania nieefektywnego systemu edukacji, w zamyśle jest to rzecz pierwszorzędna a często zapominana przypadkowo bądź też "mniej przypadkowo" w późniejszej pracy analitycznej.

Otóż odbiór metod statystycznych przez praktyków jest niezmiernie ważnym, by nie rzec, kluczowym czynnikiem determinującym rozwój prac tego kierunku badań. Ten kto nie wyniesie świadomości potrzeb stosowania metod ilościowych poprzez ich zrozumienie i akceptację, w tym również poznanie ich ograniczeń i słabości z alma mater, zawsze będzie negatywnie nastawiony do ich stosowania, co w konsekwencji prowadzi do zubożenia wyników prac oraz w najlepszym przypadku w wymiarze finansowym wydatkowania sporych kwot pieniędzy na gotowe rozwiązania czerpane z obcych źródeł. Nadmienić należy, że rozwiązania te nie zawsze są najlepszymi z możliwych acz często "jedynymi słusznymi".

Nie dla każdego oczywistym jest, że proces prowadzący do skutecznych rozwiązań w praktyce jest stosunkowo złożony i wymaga dużego wkładu prac a co za tym idzie wydłużenia czasu i poniesienia stosunkowo wysokich nakładów finansowych w początkowych etapach prac. Podejście odmienne, czyli paraliżująca świadomość "ogromu" wiedzy potrzebnego w praktycznym stosowaniu metod, jest równie negatywnym spojrzeniem, którego korzeni dopatrywać należy często w rzeczonym uprzednio systemie edukacyjnym.Operowanie ad hoc metodami statystycznymi nie jest drogą właściwą. Dopiero zapewnienie zrównoważonego rozwoju tego rodzaju systemów w długiej perspektywie przynosi wymierne, wielokrotnie wyższe korzyści niż oceniane w fazie projektowej. Przykładami są liczne aglomeracje europejskie i amerykańskie (Paryż, Londyn, Nowy Jork) które budując, projektując i wdrażając systemy tego rodzaju w chwili obecnej wykorzystują w pełni ich potencjał.

Zatem gdzie leży złoty środek? Wydaje się, że we współpracy i wzajemnym zrozumieniu specjalistów z różnych dziedzin nauki. Równowaga jest warunkiem koniecznym powodzenia działań, zapewniających skuteczne osiągane celów praktycznych.

Dotykamy zatem kluczowego problemu w badaniach zanieczyszczeń atmosfery jakim jest ich silnie interdyscyplinarny charakter. Poprzez fizykę atmosfery, meteorologię, chemię, medycynę, statystykę z ekonometrią a na informatyce kończąc skala trudności badań znakomicie się rozszerza [Łobocki 2003, Kraszewski 1999, 2003, Juda 1974]. Dochodzą do tego problemy świadomości ekologicznej, niedostateczne nakłady finansowe oraz nieraz trudny do akceptacji, sposób postrzegania problemu.
Trudno w tak krótkim rysie zawrzec szczegółową ocenę wszystkich elementów tworzących system, toteż nacisk zwrócony zostanie w dalszej części na wybrany, z punktu widzenia praktycznego kluczowy, problem jakim jest ocena jakości danych z automatycznych sieci monitorujących stan atmosfery. Problem, do rozwiązania którego statystyka a szerzej metody ilościowe, stosować można z powodzeniem.

Jak to jest z jakością danych w automatycznej sieci monitorującej, czyli skoro jest tak dobrze, czemu jest źle?

Jak wcześniej zaznaczono, trudnością w budowie systemu analitycznego w zakresie oceny jakości danych pomiarowych jest już dobór a w istocie opracowanie samej metodologii. Z czego to wynika?
W powszechnej ocenie automatyczny system pomiarowy jest niezawodny a wyniki pomiarów najlepsze z możliwych co w konsekwencji prowadzi m. in. do sporządzania doskonałych raportów i prognoz.
Skoro jest tak dobrze, to czym w ogóle się zajmować - zadaje pytanie wiele osób. Odpowiedzią są szczegóły, które burzą nieco ten idylliczny obraz.
Po pierwsze waga problemu. Poprzez przeniesienie błędów w pomiarach, prognozy i analizy tracą wiarygodność co prowadzi do prostego wniosku, że sens istnienia takiej sieci jest wysoce wątpliwy a poniesione nakłady - stracone.
W dalszej części pominięty zostanie przypadek sieci składającej się z jednej góra dwóch automatycznych stacji pomiarowych, gdyż nawet jeżeli system taki gdzieś funkcjonuje w praktyce, skala problemu pozwala, teoretycznie, na rozwiązanie w pełni manualne poprzez analizę każdego pomiaru z osobna. Nawet w przypadku pomiarów godzinnych po 14 parametrów w stacji wydaje się to mało prawdopodobne, ale na potrzeby punktu odniesienia takie założenie przyjęto.

Spójrzmy szerzej, czyli problem horyzontu na etapie założeń

Obecną sytuację w obszarze sieci monitorujących stan atmosfery scharakteryzować zgrubnie można jako okres powstawania nowych sieci monitorujących i rozwój już istniejących głównie w sensie liczby stacji pomiarowych i doskonalenia metodologii po stronie dokonywania samych pomiarów, co już samo w sobie jest zjawiskiem bardzo korzystnym. W efekcie rozwoju należy liczyć się z gwałtownym wzrostem ilości informacji, czego doświadczają istniejące od wielu lat sieci, takie jak ARMAAG. Tak duża ilość informacji wymaga poszukiwania nowych rozwiązań analitycznych, gdyż nie sposób narzędziami obecnie stosowanymi ocenić w pełni wartości dostępnych informacji i przełożyć ją na wiedzę. Dlaczego? Na odpowiedź składa się szereg elementów, spośród których wymienić należy choćby następujące:

- potrzeby praktyczne rodzą nowe problemy, których rozwiązania teoretyczne muszą być implementowane w zunifikowany system analityczny - nie może on być zamknięty, on żyje i musi być zapewniony jego nieustanny i zrównoważony rozwój,
- rozwiązania muszą być efektywne i skuteczne - tu nie liczy się same teoria,
- rozwiązania muszą być proste w użytkowaniu - co z tego, że zbudowany system będzie doskonały skoro nikt poza jego twórcami nie będzie potrafił go obsługiwać,
- rozwiązania muszą być skalowalne - co jest związane ściśle z rozwojem systemu.

Uwzględnienie wyżej wymienionych elementów jest koniecznością w budowie systemu analitycznego, nawet jeżeli w początkowej fazie budowy będzie on wykorzystany w mniejszej sieci monitorującej a nie w skali kraju.

Jak wygląda obecna sytuacja na polu analitycznym, czyli wszystko zostało już zrobione?

Stosowanie własnych rozwiązań analitycznych przez WIOSie i inne ośrodki badawcze prowadzi do szeregu problemów, jak choćby:

- brak kompatybilności w wymianie danych i porównywalności wykorzystywanych algorytmów,
- braki w implementacjach metod stosowanych przez EPA i Unię Europejską,
- czy też braku integracji z modelami bilansowymi i innymi systemami.

Rozwiązaniem optymalnym wydaje się budowa systemu analitycznego, modułowego, ukierunkowanego ściśle na problemy pomiarów atmosfery a nie dostosowanie istniejących systemów analitycznych, zwłaszcza, że koszty dostosowania są z reguły dużo wyższe nie licząc nieraz horrendalnych nakładów na dalszy rozwój systemu.

Zdefiniujmy zatem problem...

Zainteresowane budową systemu analitycznego powinny być systemy złożone z kilku (trzy i więcej) automatycznych stacji pomiarowych, mierzące zarówno parametry meteorologiczne (założeniem są parametry podstawowe takie jak np. temperatura, prędkość wiatru, ciśnienie itd.) jak i pomiary stężeń zanieczyszczeń, nazwijmy je typowe, takie jak: NO_2, NO, NO_x, SO_2, PM10, CO, CO_2 i inne, związane silnie z aglomeracjami miejskimi a więc takie których wielkości stężeń rozpatrywać należy w funkcji czasu i przestrzeni, oraz w zależności od meteorologii i emisji.

Pomiary dokonywane są półgodzinnie z możliwością zmiany trybu na minutowy w sytuacji zagrożenia.

Tak więc, budując modele na potrzeby oceny jakości danych, należy rozumieć je jako modele mezoskalowe lokalne, w których zakłada się stacjonarność procesów fizycznych. Będą to model krótkookresowe działające w skali czasowej kilku - kilkunastu godzin.

Główną bolączką sieci pomiarowych jest niedostatek pomiarów zarówno po stronie meteorologii (np. głębokość warstwy mieszania czy choćby ocena stanów równowagi atmosfery) jak i najczęściej emisji. Budując system należy się z tym liczyć już na etapie założeń. Jak sobie z tym radzić?

Warto zwrócić uwagę na istniejące systemy bazodanowe informacji o środowisku, które umożliwiają dostęp do dodatkowych danych. Spośród tego rodzaju systemów, wiodącym w naszym kraju jest JPOAT, z którym wymiana informacji jest koniecznością.

Podobnie wymiana danych z innymi systemami takimi jak: systemy oparte na mezoskalowych modelach meteorologicznych (np. model UMPL z ICMu) czy też modele zanieczyszczeń: bilansowe (MC2),trajektoryjne (CallPuf) czy też gaussowskie. Wykorzystanie informacji dodatkowych jest koniecznością i prowadzi do zdecydowanej poprawy jakości, mówiąc ogólnie, wszelkich analiz wykonywanych w skali lokalnej.

Nieco szczegółów, czyli o problemach sieci monitorującej

Na funkcjonowanie sieci w reżimie operacyjnym (codzienne pomiary automatyczne z raportowaniem o stanie zagrożenia) wpływ ma wiele czynników technicznych, spośród których najczęściej spotykane to:

1. Awarie aparatury pomiarowej,
2. Właściwe dbanie o jakość pomiarów po stronie urządzeń (m.in. problem kalibracji),
3. Awarie w transmisji danych,
4. Problemy z zasilaniem i wynikłe z tego przerwy w pomiarach.

Poza nimi w funkcjonowaniu systemu oceny jakości danych pomiarowych znaczenie ma jeszcze jeden element. Człowiek. Dane spływające ze stacji pomiarowych są weryfikowane przez ekspertów. W wyniku tej weryfikacji zdarza się, choć nie są to przypadki częste, pozostawienie błędnych pomiarów po rozpoznaniu błędu. Przejawia się to tym, że w końcach długich serii braków pomiarowych po usunięciu, pozostają wyniki ewidentnie problematyczne.

Podsumowując

Proponowany system oceny jakości danych działać powinien w dwóch trybach:

1. Statycznym - umożliwiającym dokonanie oceny jakości danych za wybrany, dostatecznie długi, okres czasu na ciągach historycznych (miesiąc, kwartał, półrocze, rok i dłuższe).
2. Dynamicznym - w którym, na zasadzie interaktywnej karty kontrolnej, dane są oceniane na bieżąco, w miarę ich dotarcia z analizatorów.

Proponowany system oceny jakości danych w trybie statycznym umiejscowić należy "tuż za" wstępną weryfikacją danych dokonywaną przez człowieka.

W reżimie operacyjnym, docelowo, system zarówno w trybie dynamicznym jak i statycznym ma wspomagać etap weryfikacji przez człowieka i "uczyć" się rozpoznawać zagrożenia charakterystyczne dla ocenianej lokalizacji przestrzennej (np. stacji pomiarowej czy regionu geograficznego).

Celem powstania systemu w pierwszej fazie budowy (obecnie omawiany i oceniany tryb statyczny) jest wspomaganie pracy człowieka, w drugiej zaś zwiększanie autonomiczności systemu w oparciu o rozpoznane problemy.

Celem strategicznym jest wdrożenie w reżimie operacyjnym, całkowicie automatycznym, obu trybów pracy z możliwością ostatecznej akceptacji wykrytych błędów przez człowieka.

Tak więc doprecyzowując cele, można je ująć następująco:

1. Wspomaganie i automatyzacja prac analitycznych;
2. Kompleksowe wprowadzenie metod ilościowych w zakresie:
    a. sprawozdawczości (np. raportowanie, prezentacje);
    b. realizacji sprecyzowanych zadań (np. ocena jakości danych, prognozy ostrzegawcze).
3. Integracja z JPOAT i narzędziami stosowanymi obecnie (np. Excel, Statistica, GIS, CalPuff, CalMet i innymi)

Dlaczego budowa modułowa jest ważna czyli co zapewnia w praktyce

Zwróćmy nieco baczniejszą uwagę na jedną, z pozoru błahą, cechę proponowanego systemu a mianowicie modułowość lub mówiąc precyzyjnie - mechanizm modułów dedykowanych. Tak zaprojektowany system zapewnia rozwiązanie szeregu problemów, które jak poruszone wcześniej, są niezmiernie ważne:

1. Konieczność zapewnienia rozwoju i reakcji na potrzeby - nie trzeba pisać i rozbudowywać całego programu celem zapewnienia jego rozwoju; wspólna ma być platforma wymiany danych do celów analitycznych i zapewnienie komunikacji pomiędzy bibliotekami niskiego rzędu (np. statystyczne, matematyczne, ekonometryczne) a modułami dedykowanymi (np. analiza jakości danych, podsystem prognostyczny i inne). Platforma taka zapewniać miałaby zadania standardowe, takie jak: raportowanie i integrację z systemami zewnętrznymi (np. Excel, dane z modeli bilansowych czy meteorologicznych).
2. Unifikacja rozwiązań - mimo różnych potrzeb w różnego rodzaju ośrodkach (WIOŚ, GIOŚ, ARMAAG, uczelnie) prace byłyby wykonywane w spójnym środowisku różniącym się zainstalowanymi modułami - czyli w praktyce jedynie funkcjonalnością.
3. Wykorzystanie bibliotek zewnętrznych (matematyka i modelowanie) - proponowane biblioteki są w stanie sprostać obecnym wymaganiom, co do wielkości zbiorów danych w zakresie wydajności i efektywności obliczeń, jednak może to ulec zmianie, podobnie jak rozwój samej metodologii badawczej przez niezależne ośrodki. Zapewnienie rozwoju systemu w przyszłości również w tym zakresie jest nieodzowne.
4. Systemowe zapewnienie kompatybilności z systemami zewnętrznymi, stosowanymi w innych ośrodkach.

Sprawozdawczość jest z kolei elementem ważnym dla codziennego sprawnego funkcjonowania systemu i instytucji go wykorzystujących, która zapewniać powinna:

1. Standardowe zadania raportowania (wg wzorców stworzonych przez użytkowników);
2. Wykonywanie analiz na potrzeby sprawozdawczości (np. obliczanie standardowych parametrów rozkładów takich jak średnie czy percentyle);
3. Wykonywanie niestandardowych zadań analitycznych i dostosowanie do ich specyfiki raportów, np.
    a. analizy porównawcze,
    b. prognozy stochastyczne,
    c. opracowanie ścieżek nowych metod.

Rzecz o rzeczywistości, ale wpierw scharakteryzować należy dane

Najlepszą rekomendacją każdej teorii jest ocena jej przydatności w praktyce. W tym celu wykorzystano dane pochodzące ze stacji pomiarowych sieci monitorującej stan atmosfery Aglomeracji Gdańskiej (sieć ARMAAG). Są to wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń atmosfery oraz zmiennych meteorologicznych. Częstość pobierania danych to okres półgodzinny, uśredniany bezpośrednio w analizatorze. Wszystkie pomiary stężeń wyrażone są w $\mu g/m^3$.

Fakt wykorzystania do oceny jakości danych półgodzinnych niesie za sobą pewne konsekwencje z punktu widzenia metod analitycznych. Zaletą jest większa precyzja identyfikacji momentu wystąpienia błędnego pomiaru i analizy incydentu w czasie i przestrzeni.

Niebezpieczeństw w wykorzystaniu tak próbkowanych danych można oczekiwać przy identyfikacji rozkładów, których postać może okazać się niestabilna w wybranych, krótszych niż rok, okresach czasu jakimi są np. miesiące. Opierając się na tak oszacowanej postaci rozkładu należy zwrócić uwagę na negatywny element, jakim jest stosunkowo wyższy poziom niepewności.

Głównym celem analizy jest ocena jakości danych pomiarowych wykonana dla danych za cały 2004 rok. W tym przypadku należałoby wykorzystać dane średnio godzinne. Dla oceny jakości w trybie operacyjnym (w czasie rzeczywistym) lub wykonywanej w krótszych okresach czasu (za miesiąc lub kwartał) dane półgodzinne są, na co wskazują wyniki wieloletnich badań, bardziej odpowiednie [Czechowski, Trapp, Szymańska].

Nieco teorii, czyli krótko o statystyce w ocenie jakości

Dotychczasowa praktyka analizy poprawności danych oparta jest w głównej mierze na doświadczeniu ludzkim. Osoba odpowiedzialna za dane pomiarowe, na podstawie swojego doświadczenia i informacji o stanie technicznym aparatury (pomiarowej i transmisyjnej),ręcznie odrzuca dane niepoprawne. Metoda skuteczna jest jedynie w przypadku niewielkiej liczby danych pomiarowych. W sytuacji monitoringu ciągłego na wielu stacjach pomiarowych, jest to działanie nieskuteczne i obarczone szeregiem możliwości popełnienia błędów lub przeoczeń. Wraz ze wzrostem ilości informacji zachodzi konieczność stosowania metod statystycznych.

Brak zarówno ramowej jak i szczegółowej propozycji w tym zakresie prowadzi do stosowania w praktyce, prostych metod w sposób często niepoprawny, bez uwzględnienia elementarnych założeń stosowalności metod. Przykładem jest szerokie stosowanie prawa trzech sigm, w oparciu o które za obserwacje błędne przyjmowane są te, których wartości różnią się od średniej więcej niż o trzy odchylenia standardowe, in plus i in minus. Nie sprawdzane jest założenie normalności rozkładu ani też losowości danych. Prowadzi to do błędów.

1użycie pojęcia uczenie ma na celu ukazanie elastyczności rozwiązania; nie ma nic wspólnego z ideą czarnej skrzynki, czyli np. z zastosowaniem sieci neuronowych.

Daley (1991),poza wymienionymi metodami, wskazuje na przydatność statystycznych kart kontrolnych w analizie jakości danych pomiarowych (Gandin 1988) oraz analiz bayesowskich (Lorenc i Hammon 1988). Zgodnie z wytycznymi EPA sugerowane jest stosowanie czterech testów statystycznych [Tablica 1] służących do wykrywania obserwacji nietypowych, wraz z dodatkowym porównywaniem bieżących okresów z analogicznymi okresami z przeszłości (np. stężenia w miesiącach roku z miesiącami roku poprzedniego).
Drugim elementem badania jakości danych pomiarowych są braki w pomiarach, mające różne przyczyny. Wytyczne Dyrektywy Ramowej określają szczegółowo odsetek obserwacji dla serii pomiarowych, jaki pozwala na określenie jakości danej serii.
Podejście to, w praktyce użyteczne, umożliwia dokonywanie analiz jedynie w ujęciu częstotliwościowym. Przy prognozowaniu dane posiadające braki są w wielu wypadkach bezużyteczne a używanie danych niekompletnych może prowadzić do błędnych wyników.
Konsekwencją tego stanu rzeczy jest niepewność, co do wiarygodności a tym samym jakości wyników analiz, w tym prognoz, oraz rzetelności wniosków dokonywanych na ich podstawie. Proponowana, w dalszej części pracy, metodologia wydaje się, na podstawie uzyskanych wyników empirycznych, skutecznym uzupełnieniem w zakresie badania i analizy jakości danych pomiarowych.

Liczebność próby	Nazwa testu	Założenie normalności	Podejście wielowymiarowa
$n \leq 25$	Wartości ekstremalnych (test Dixona)	Tak	Nie
$n \leq 50$	Test niezgodności	Tak	Nie
$n \geq 25$	Test Rosnera	Tak	Tak
$n \geq 50$	Test Walsha	Nie	Tak

Tablica 1: Porównanie wybranych własności testów wykrywania wartości nietypowych; [źródło EPA (2000)]

Spójrzmy wpierw na kroki, czyli co i jak działać powinno

Zakres proponowanych metod jest w głównej mierze uzależniony od celu oraz rodzaju zmiennych (ciągów pomiarowych): zmienne meteorologiczne i stężenia zanieczyszczeń. Założono stałość warunków emisyjnych, gdyż nie jest dostępna informacja tego rodzaju na moment wykonania oceny jakości.
Kolejność wykonywania prac ma znaczenie dla wyników analizy. W pierwszej kolejności analizowano zmienne meteorologiczne, co pozwala na analizę stężeń zanieczyszczeń z uwzględnieniem warunków meteorologicznych.
**W miarę dostępności danych emisyjnych, analiza ich powinna poprzedzać analizę stężeń.*
Zastosowanie każdej z metod ma na celu osiągnięcie sprecyzowanych celi.

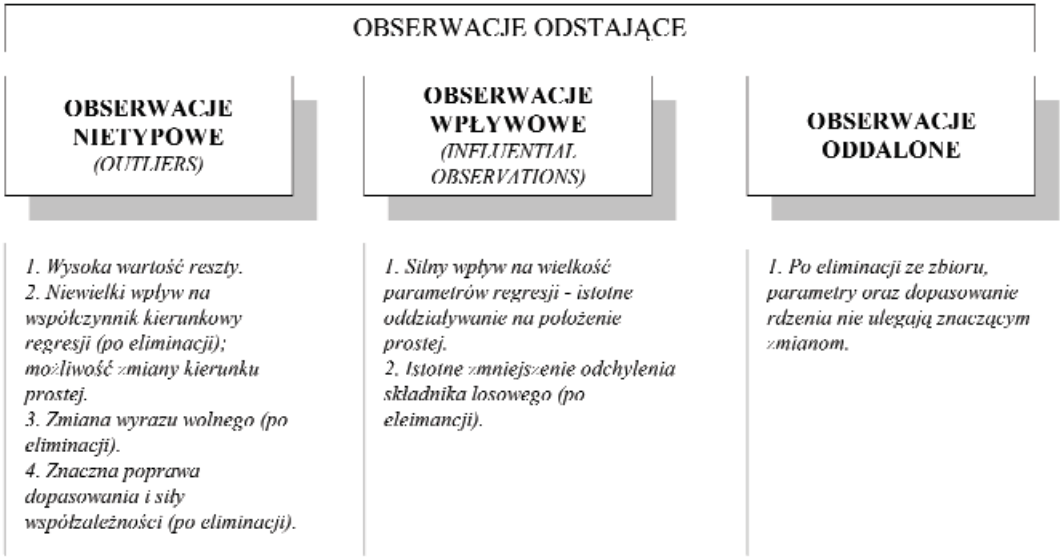
Wstępna obróbka danych źródłowych - wyeliminowanie błędów grubych, informacje o których dostępne są w chwili pomiaru (proces kalibracji, znane awarie sprzętowe, itp.). Etap ten wykonany został przed rozpoczęciem analizy ilościowej.
Zastosowane narzędzia: m.in. charakterystyki rozkładów, takie jak średnia, minima, maksima, momenty, kwantyle i inne.

Charakterystyki wstępne - są punktem odniesienia dla dalszych analiz w tym sensie, że ukazują zastaną sytuację w aspekcie czasowym, częstotliwościowym i przestrzennym. Pozwalają określić prawidłowości charakterystyczne dla zmiennych, takie jak np. okresowość i ekstrema lokalne w cyklach charakterystycznych. Jest to pierwsza identyfikacja wartości podejrzanych o nieprawidłowość.
Zastosowane narzędzia: m.in. analiza Fouriera, ANOVA, odpowiednio przygotowane wykresy ramkowe czy miary współzależności w tym w ujęciu czasowym, częstotliwościowym i przestrzennym oraz inne.

***2** Za EPA (2000) oraz inne opracowania EPA w zakresie metod statystycznych.eci neuronowych.*

Identyfikacja rozkładów ma na celu precyzyjne opisanie w dziedzinie częstotliwości rozkładów zmiennych (meteorologicznych) a także pozwala na obliczenie kwantyli teoretycznych celem zidentyfikowania dużych różnic w końcach rozkładów.
Zastosowane narzędzia: m.in. analiza kwantylowa, aparat wnioskowania statystycznego i inne.

Wartości nietypowe[3] (outliers) w rozkładach jednowymiarowych świadczyć mogą o błędzie pomiarowym lub w przypadku wystąpienia takich wartości również w innych pomiarach meteorologicznych (w tym samym czasie) o wystąpieniu anomalii meteorologicznej mogącej mieć silny wpływ na stężenia zanieczyszczeń. Wartości oddalone (distant) nie pozwalają na formułowanie tego rodzaju wniosków, przez co są znacznie mniej użyteczne w praktyce.
Zastosowane narzędzia: m.in. estymatory odporne, analiza kowariancyjna i inne.



Rysunek 1: podział obserwacji odstających czyli możliwych błędów pomiarowych [źródło: opracowanie własne]

Statystyczna analiza wartości odstających, w przypadku rozkładów meteorologicznych, ma na celu stwierdzenie czy wartości te mają charakter wartości nietypowych na etapie analizy rozkładów jednowymiarowych, tak by w dalszym toku analiz (stężenia w funkcji czasu i meteorologii) móc ocenić wielowymiarowy wpływ meteorologii (łączny wpływ czynników meteorologicznych) na wartość stężeń w wybranym momencie czasu i przestrzeni.

[3] *Szczegółowe omówienie narzędzi badawczych w pracach: Czechowski [2001, 2003, 2004]*

Pomiary zidentyfikowane jako nietypowe w analizie jednowymiarowej są obserwacjami, które w pierwszej kolejności są poddawane szczegółowej analizie w ujęciu wielowymiarowym.
Podejście takie pozwala odpowiedzieć na dwa zasadnicze pytania:
(i) czy pomiar (lub pomiary) meteorologiczny jest "podejrzany" o błąd w odniesieniu do rozkładu jednowymiarowego?
(ii) czy sytuacja meteorologiczna (łączne złożenie zmiennych meteorologicznych) w czasie i przestrzeni potwierdza prawidłowość identyfikacji błędnego pomiaru czy też wskazuje na wystąpienie złożenia po stronie meteorologii, które odbiega od sytuacji meteorologicznych (złożeń) występujących w punkcie pomiarowym w pozostałych okresach?
(iii) jaki wpływ ma zidentyfikowany pomiar (lub pomiary) na stężenia zanieczyszczeń w czasie i przestrzeni?

**W miarę dostępności danych historycznych należałoby w przyszłych ocenach uwzględnić porównanie elementów meteorologicznych z ocenianymi danymi w aspekcie zarówno identyfikacji rozkładów jak i odstępstw w końcach rozkładów.*

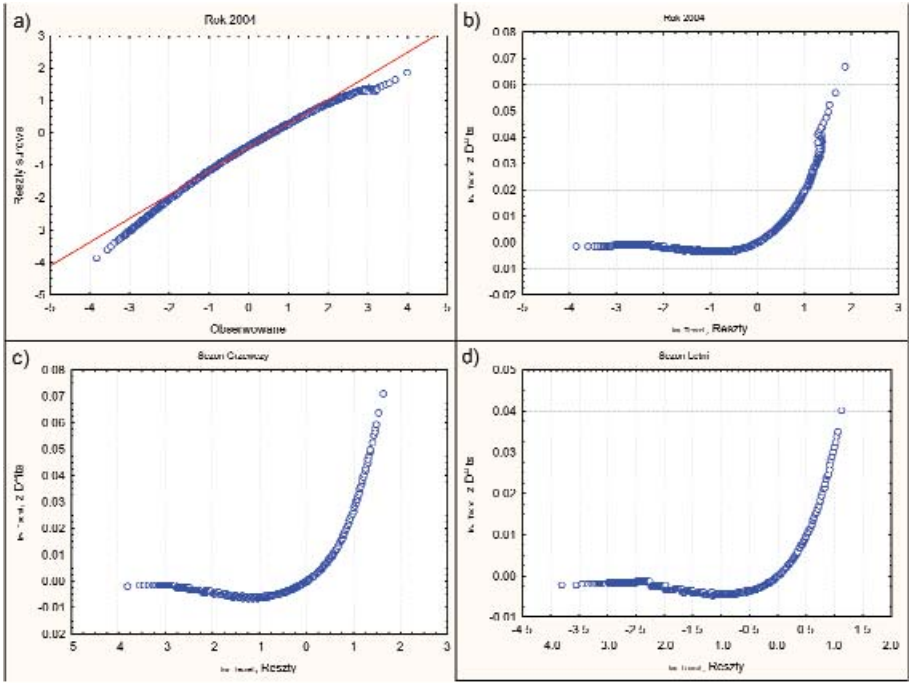
Analiza porównawcza pomiarów zidentyfikowanych w oparciu o charakterystyki i analizę wartości nietypowych dostarcza odpowiedzi na pytanie o możliwości wystąpień pomiarów błędnych. Ostatecznym potwierdzeniem błędnego pomiaru w danych meteorologicznych jest jednak dopiero dalsza analiza w dziedzinie czasu przeprowadzana dla pomiarów stężeń.
W tym celu wykorzystano następujące narzędzia badawcze
1. wskaźnik DFITS (DFITS znormalizowany oznaczany jako DFITS Z);
identyfikuje fakt zaistnienia obserwacji odstającej, nie precyzując jej charakteru
2. odległość Cooka;
ocena odległości w jakiej znajduje się pomiar wyróżniony wskaźnikiem DFITS, w stosunku do rozkładu zmiennej zależnej; umożliwia odpowiedź na pytanie, czy przyczyna identyfikacji pomiaru leży po stronie rozkładu zmiennej (obserwacja wpływowa);
3. odległość Mahalanobisa;
ocenia odległość w jakiej znajduje się pomiar względem centroidu, będącego punktem odniesienia w przestrzeni wielowymiarowej zmiennych niezależnych (pomiary meteorologiczne). Wzrost odległości oznacza, że przyczyna identyfikacji pomiaru (poprzez DFITS w modelu) leży po stronie predyktorów, stąd wniosek przy poprawnym wyborze czynników modelu, że podejrzenia o nietypowość pomiaru mają swoją przyczynę po stronie zmiennych niezależnych. Zmiennymi niezależnymi w analizie mogą być: pomiary meteorologiczne, predyktory nominalne reprezentujące okresowość oraz wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń i emisji.

Odległości obliczono na podstawie reszt z ogólnych modeli regresyjnych. Dla zmiennych meteorologicznych zastosowano modele proste (kwantyle teoretyczne vs. kwantyle empiryczne) natomiast dla układów złożonych w przypadku stężeń, modele ANCOVA (analiza kowariancji),uwzględniające predyktory jakościowe (stężenia vs. sezonowość i pomiary meteorologiczne). Za kryterium wyboru modelu przyjęto współczynnik determinacji ze względu na ogólnie akceptowany i prosty sposób interpretacji. Nie sprawdzano szczegółowo założeń modeli, gdyż za cel nadrzędny przyjęto określenie, poprzez model, punktu odniesienia w identyfikacji błędnych pomiarów a nie własności predykcyjne modelu. Wybrane własności modelu (jak np. normalność składnika losowego) badano jedynie dla końcowych modelu uzyskanych metodą regresji krokowej postępującej.
**W przypadku modeli ANCOVA można również zbudować model bez predyktorów ciągłych (pomiarów meteorologicznych). Sprowadzi się on w tym przypadku do modeli MANOVA (w zależności od planu doświadczalnego) co uprości budowę modelu a także pozwoli oceniać jakość pomiarów w innych ujęciach, jak np. tylko względem zmian sezonowych czy średnich poziomów w godzinach. Podejście takie może znaleźć szerokie zastosowanie w ocenie jakości w trybie operacyjnym (czasie rzeczywistym) na zasadzie kart kontrolnych.*

Jak system działa w rzeczywistości, czyli kilka wybranych przykładów

Przedstawienie całej analizy nie jest możliwe ze względu na zakres prac (raport końcowy zawiera ponad 300 stron ze szczegółową analizą każdego przypadku),stąd konieczność ukazania wybranych przypadków oraz, co szczególnie cenne pierwszej końcowej oceny analizy jakości. Oceny dokonano w sposób następujący: po zakończeniu analizy ilościowej (wcześniej przedstawiona),przesłano wyniki do eksperta (ARMAAG),który to całkowicie niezależnie ocenił podjęte decyzje. Porównanie decyzji zamieszczono na końcu opracowania.

Analiza jakości w oparciu o wskaźnik DFITS dla rozkładu **prędkości wiatru** (w całym roku oraz osobno w sezonie grzewczym i letnim - Wykres 1) wskazuje na brak występowania pomiarów nietypowych (niskie wartości wskaźnika DFITS, poniżej +/- 1),co w połączeniu ze szczegółową analizą uprawnia do pozytywnej oceny jakości danych pomiarowych. Żaden z analizowanych pomiarów nie uznano za błędny.

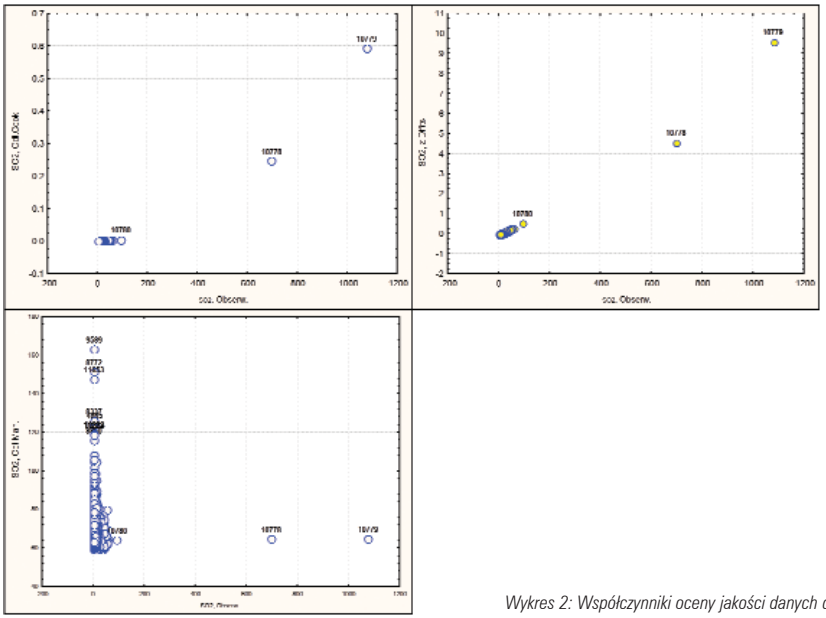


Wykres 1: Analiza jakości wyników pomiarów prędkości wiatru w oparciu o wskaźnik DFITS;
a) ocena dopasowania postaci rozkładu, b, c, d) DFITS dla okresów roku 2004; stacja AM8 ARMAAG; dane półgodzinne [opr. wł.]

Przykład powyższy, ciągów meteorologicznych, pokazał przypadek bardzo dobrej jakościowo serii pomiarowej. Niestety tak nie jest zawsze. W dalszej kolejności wybrano do przykładu ciąg wyników pomiarów stężeń SO_2, dla którego zbudowano model, będący punktem odniesienia do obliczenia miar oceny jakości (Tablica 2).

Krok 1	Swobody	usunięc. Stopnie	usunięc.	wprowadz	wprowadz	(stan)		Kroki 2...8	Swobody	usunięc. Stopnie	usunięc.	wprowadz	wprowadz	(stan)	
	Kroki		F do	P do	F do	P do	Efekt		Kroki		F do	P do	F do	P do	Efekt
Temp_Inter	Krok 1	1			2898.26	0	Poza	Cisn_Interpol	Krok 9	1	577.87	0			W modelu
Predk_Inter		1			6248.06	0	Poza	Temp_Inter		1	51.12	0			W modelu
Cisn_Interpol		1			9909.95	0	Wszedł	Wilg_Inter		1	90.06	0			W modelu
Wilg_Inter		1			9172.15	0	Poza	MM		11	53.23	0			W modelu
Temp_d1		1			11.95	0	Poza	Cisn_d1		1	38.45	0			W modelu
Cisn_d1		1			27.86	0	Poza	Predk_Inter		1	34.98	0			W modelu
MM		11			62.82	0	Poza	Godz_t		47	2.05	0			W modelu
Godz_t		47			1.68	0	Poza	Temp_d1		1	12.39	0			W modelu
MM*Godz_t		517			0.56	1	Poza	MM*Godz_t		517			0.95	0.79	Poza

Tablica 2: Wyniki budowy modelu dla stężeń SO_2 przed usunięciem danych - regresja krokowa postępująca ANCOVA; stacja AM8; regresja krokowa postępująca; etap pierwszy; Inter - oznaczenie interpolacji ciągów; d1 - pierwsze różnice (t-t-1); MM - zmienna nominalna reprezentująca miesiące; Godz_t - zmienna nominalna reprezentująca 48 okresów dobowych; poziom prawdopodobieństwa do wejścia 0.05 [oprac. wł.]



Obliczone współczynniki oceny jakości danych pomiarowych (Wykres 2) potwierdzają przypuszczenia wstępne. Bardzo wysokie wartości DFITS (wielokrotnie powyżej wartości 1),wysokie wartości odległości Cooka oraz stosunkowo niskie wartości odległości Mahalanobisa wskazują, że meteorologia nie jest przyczyną nieprawidłowości w identyfikacji pomiarów od 10778 do 10780.

Wykres 2: Współczynniki oceny jakości danych dla wyników pomiarów SO_2 w stacji AM8 w roku 2004 [opr. wł.]

W wyniku dochodzenia usunięto pomiary od 10778 do 10780, następnie zbudowano nowy model i porównano z modelem dla ciągów przed usunięciem danych (Tablica 3). Usunięcie trzech spośród około 18000 obserwacji spowodowało niemal dwukrotny wzrost dopasowania modelu, co jest jednym z potwierdzeń słuszność powziętej decyzji.

	R Wielokr.	R^2 Wielokr.	R^2 Skrygow.	Model SS	Model df	Model MS	Reszta SS	Reszta df	Reszta MS	F	P
SO_2	0.64	0.41	0.41	1354607.75	64.00	21165.75	1944542.57	17422.00	111.61	189.63	0.00
SO_2_Usun	0.90	0.80	0.80	1314573.46	66.00	19917.78	318580.87	17417.00	18.29	1088.92	0.00

Tablica 3: Ocena dopasowania modelu dla stężeń SO_2; stacja AM8; regresja krokowa postępująca; przed (SO_2) i po eliminacji obserwacji (SO_2_Usun) [oprac. wł.]

Jaka jest skuteczność, czyli co dała analiza w całej sieci

Celem oceny przydatności proponowanej metodologii oceny jakości w praktyce, uzyskane wyniki przesłano do ekspertów (pracownicy sieci monitorującej ARMAAG) celem weryfikacji podjętych decyzji. Otrzymane potwierdzenia porangowano i zestawiono w tablicy (Tablica 4).

klasa zgodności decyzji	Ocena pkt. zgodności decyzji	liczba wystąpień	odsetek	skum. Odsetek w klasach
zgodne	10 9 8	73 21 3	74% 21% 3%	74% 96% 99%
n/d	7 6 5 4	0 0 0 0	0% 0% 0% 0%	0% 0% 0% 0%
różne	3 2 1	0 0 1	0% 0% 1%	0% 0% 1%
	suma	98	100%	
n/d nie wykorzystane **10 - całkowicie zgodne decyzje** **9 - decyzje zgodne, ale wytąpiły różnice w pojedynczych pomiarach** **8 - wskazane zgodne pomiary, ale po mojej stronie nie było pewności** **1 - całkowicie różne decyzje**				

Tablica 4: Ocena jakości danych pomiarowych w całej sieci ARMAAG za rok 2004 (bez stacji AM5, AM7 i AM10 w których wykonano analizę jakości inną drogą); porównanie zgodności decyzji metodologią statystyczną z ocenami ekspertów [oprac. wł.]

Wyniki uznać można za sukces, bowiem w 99% decyzje były zgodne. Tylko w jednym przypadku (na 98 analizowanych szczegółowo) decyzje były sprzeczne.

Tak więc, uzyskane wyniki, pozwalają na stwierdzenie o wysokiej skuteczności proponowanej metodologii i realnej przydatności w praktyce proponowanych narzędzi.

Pamiętać należy również o tym, że proponowana metodologia obejmuje znacząco szerszy zakres a podlegający obecnie ocenie etap prac wdrożeniowych jest pierwszym etapem całego systemu - trybem statycznym działania, co dobrze rokuje dalszemu rozwojowi prac w tym zakresie.

AM2	2004	analiza szczegółowa									
Pomiary	Miara	NrPomiar	RRRR	MM	DD	Godz_t	Czasookres	Decyzja analiza	Usunięty okres	Deczyja ARMAAG	Ocena
Temp	DFITS	usunięte ujemne!									10
SO2	DFITS	17024	2004	12	20	16:00	16976:17072	ZOSTAWIĆ		zostawić	10
NO2	DFITS	1060	2004	1	23	2:00	1012:1108	NIE WIEM?		usunac 1060-1752	8
PM10	DFITS	7381	2004	6	2	18:30	7333:7429	USUNĄĆ	7378-7459	usunac 7038-8483 do godz. 16:30	9
PM10	DFITS	7422	2004	6	3	15:00	7374:7470	USUNĄĆ		usunac 7038-8483	9
PM10	DFITS	8480	2004	6	25	16:00	8432:8528	USUNĄĆ	8478-8491	usunac 7038-8483	9
PM10	DFITS	15282	2004	11	14	9:00	15234:15330	ZOSTAWIĆ		zostawić	10
PM10	DFITS	16534	2004	12	10	11:00	16486:16582	ZOSTAWIĆ		zostawić	10
PM10	DFITS	16967	2004	12	19	11:30	16919:17015	NIE WIEM?		usunac	9

AM3	2004	analiza szczegółowa									
Pomiary	Miara	NrPomiar	RRRR	MM	DD	Godz_t	Przedział	Decyzja Oskar	Usunięty okres	Deczyja ARMAAG	Ocena
SO2	DFITS	1465	2004	1	31	12:30	1417:1513	pozostawić		pozostawić	10
SO2	DFITS	222	2004	1	5	15:00	174:270	usunąć PM10	od 221 do 223	usunąć PM10	10
SO2	C,D	222						pozostawić		pozostawić	10
SO2	Mahalan	222						usunąć PM10		usunąć PM10	10
SO2	Mahalan	3861	2004	3	21	10:30	3813:3909	usunąć PM10	od 3860 do 3862	usunąć PM10	10
SO2	jak DFITS	3861						pozostawić		pozostawić	10
SO2	Mahal	17060	2004	12	21	10:00	17012:17108	pozostawić		pozostawić	10
SO2	Mahal	4332	2004	3	31	6:00	4284:4380	pozostawić		pozostawić	10
SO2	Mahal	185	2004	1	4	20:30	137:233	usunąć inne	179 do 189	usunąć ale nie wszystkie	8
SO2	Mahal	6977	2004	5	25	8:30	6929:7025	usunąć	6976 i 6977	usunąć	10
NO2	DFIST	1098	2004	1	23	21:00	1050:1146	pozostawić		pozostawić	10
NO2	i COOK	1470	2004	1	31	15:00	1422:1518	pozostawić		pozostawić	10
NO2	D, C, M	13313	2004	10	4	8:30	13265:13361	pozostawić		pozostawić	10
NO2	D, C, M	16017	2004	11	29	16:30	15969:16065	pozostawić		pozostawić	10
NO2	Mahal	16080	2004	12	1	0:00	16032:16128	pozostawić		pozostawić	10
O3	DFITS	11917	2004	9	5	6:30	11869:11965	pozostawić		pozostawić	10
O3	i COOK	15950	2004	11	28	7:00	15902:15998	pozostawić		pozostawić	10
O3	Mahal	16088	2004	12	1	4:00	16040:16136	pozostawić		pozostawić	10
Meteo	DFITS	8860	2004	7	3		8812:8908	pozostawić		pozostawić	10
Meteo	DFITS	11653	2004	8	30		11605:11701	pozostawić		pozostawić	10

Skróty wskazań miar:	Oceny zgodności decyzji (analityka:ekspert)	
D - DFITS	10 - całkowicie zgodne decyzje	1 - całkowicie różne decyzje
C - odległość Cooka	9 - decyzje zgodne, ale wytąpiły różnice w pojedynczych pomiarach	
M - odległość Mahalanobisa	8 - wskazane zgodne pomiary, ale stronie aalityki nie było pewności	

Tablica 5: Wybrane raporty porównawcze zgodności decyzji metodologią statystyczną z ocenami ekspertów w ocenie jakości danych pomiarowych sieci ARMAAG za rok 2004 (stacje AM2 i AM3) [oprac. wł.]

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; System prognozowania wysokich stężeń dwutlenku azotu w atmosferze (na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej); Rozprawa doktorska; Politechnika Warszawska; Warszawa 2004

11.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

12.Czechowski Piotr Oskar; Materiały do ćwiczeń z analizy wielowymiarowej; 1998-2003; Materiały dydaktyczne

13.Czechowski Piotr Oskar; Ocena jakości danych pochodzących z sieci monitorującej stan atmosfery na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej; Politechnika Śląska w Gliwicach; Ustroń 2001

14.Czechowski Piotr Oskar; Wybrane elementy systemu ostrzegawczego wysokich stężeń dwutlenku azotu na przykładzie Aglomeracji Gdańskiej; Pomorski Inspektorat Ochrony Środowiska (s. 143-173); Gdańsk 2003

15.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

16.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

17.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

18.Daley Roger; Atmosferic Data Analysis; Cambridge University Press; 1991

19.Finzi,,Calori,,Tonezer C.; A decision support system for air quality network design; DSS for air quality management; 28-30/9; 1993

20.Finzi,,Guariso,,; Optimal air pollution control strategies: a case study; Ecological Modelling, 64, p. 221-239; 1992

21.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

22.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

23.Hoffman Szymon; Modele regresji Wielowymiarowej opisujące zmiany stężenia ozonu przy powierzchni ziemi; p. 41-46; III Sympozjum Ocena Wielkości Imisji zanieczyszczeń powietrza; Pol-Imis 1999

24.Inoue T.,Hoshi M. and Taguri M.; Prediction of nitrogen dioxide concentration by a regression model; Atmos. Envron.,20, 12, 2325-2337; 1986

25.Inoue T.,Hoshi M. and Taguri M.; Regression analysis of nitrogen dioxide concentrations; Atmos. Envron.,20, 1, 71-85; 1986

26.Juda Jam, Chróściel Stanisław; Ochrona powietrza atmosferycznego; Wydawnictwo Naukowo Techniczne; Warszawa 1974

27.Kalnay Eugenia; Atmospheric modeling, data assimilation and predictability (Chapter 1: Historical overview of numerical weather prediction); Cambridge Univeristy Press; 2003

28.Kalnay Eugenia, Toth Zoltan; Ensemble Forecasting at NCEP and the Breeding Method; American Meteorological Society; vol. 125 p. 3297-3319; 1997

29.Kalnay Eugenia, Toth Zoltan; Ensemble Forecasting at NM: The Generation of Perturnation; American Meteorological Society; vol. 74 No 12 p. 2317-2330; 1993

30.Kraszewski Andrzej; Ekoinfonet Information System for State Monitoring of Envirnment in Poland; p. I-117; EnviroInfo 16th Conference: Informatics for Environmental Protection; Vienna 2002

31.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

32.Kraszewski Andrzej; Identyfikacja systemów jakości wody w rzekach; Prace naukowe; Inżynieria Środowiska zeszyt 29; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999

33.Krzyśko Mirosław; Wielowymiarowa analiza statystyczna; Uniwersytet im. Adama Miskiewicza w Poznaniu; Poznań 2000

34.Łobocki Lech; Wskazówki metodyczne dotyczące modelowania matematycznego zarządzania jakością powietrza; Ministerstwo Środowiska; Główny Inspektorat Ochrony Środowiska; Warszawa 2003

35.Madany Anna, Bartochowska Magdalena; Przegląd polskich modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych; Prace naukowe Politechniki Warszawskiej; Inżynieria Środowiska z. 19; 1995

36.Morabito Francesco Carlo, Versaci Mario; Fuzzy neural identification and forecasting urban air pollution data; Neural Networks 16 pp. 493-506; 2003

37.Morrison Donald M.; Wielowymiarowa analiza statystyczna; PWN; Warszawa 1990

38.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

39.Planas Christopher; Applied Time Series Analysis: Modelling, Forecasting, Unobserved Components Analysis and the Wiener-Kolmogorov Filter; Eurostat; Luxemburg 1997

40.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

41.Shumway Robert H.,Stoffer David S.; Time series analysis and its applications; Springer - Verlag; New York 2000

42.Tadeusiewicz Ryszard; Drogi i bezdroża statystyki w badaniach naukowych; Statystyka w badaniach naukowych; Seminarium StatSoft; Kraków 2000

43.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

44.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

45.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

46.Wilks Daniel S.; Statistical Methods in the Atmospheric Sciences An Introduction; Academic Press; 1995

47.Zannetti Paolo; Air pollution modeling; Theories, Computation Methods and Available Software; Computation Mechanics Publications Von Nostrand Reinhold; 1990

48.Žičkus Mindaugas, Kvietkus K.; Urban air pollution forecast based on the Gaussian and regression models; Environmential Protection Ministry of Lithuania; Wilno 1999

49.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

50.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

51.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; Szklarska Poręba 1999

52.Zwoździak Jerzy, Zwoździak Anna, Szczurek Andrzej; Meteorologia w ochronie atmosfery; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej; Wrocław 1998

9. POSUMOWANIE

W jedenastym roku funkcjonowania sieci ARMAAG potwierdziła ona swój status dobrze zorganizowanej i sprawnie działającej organizacji. Pod względem finansowym dobrze sprawdza się założenie partycypacji w kosztach przez organa samorządów terytorialnych (Założycieli Fundacji) i funduszy ochrony środowiska. Szersze wykorzystanie potencjału Fundacji możliwe będzie po uruchomieniu finansowania z budżetu Państwa.
Kolejny rok działalności sieci potwierdza spostrzeżenia, że uzyskanie odpowiedniej ilości ważnych danych wymaga zaangażowania zespołu o wysokich kwalifikacjach, sprawnego i kompetentnego kierownictwa oraz stałego wdrażania procedur jakościowych.
W roku 2004 procent ważnych danych z większości analizatorów przekraczał znacząco 90%. Ewentualne braki spowodowany były wyłącznie koniecznością dokonania skomplikowanych napraw. Na przerwy w pracy miały tez wpływ niestabilne warunki zasilania energetycznego w stacjach AM5 i AM10, powodujące wyłączenia stacji a nawet uszkodzenia aparatury.
Współpraca z Zakładem Energetycznym w Gdyni doprowadziła do poprawy parametrów zasilania w stacji AM10.
Podobnie jak w roku ubiegłym Fundacja wspomagała Marszałka Województwa w tworzeniu projektu systemu zarządzania środowiskiem w zakresie ochrony środowiska w województwie pomorskim - "AIRPOMERANIA" zgłaszanego do funduszu LIFE-Środowisko

Stan atmosfery w Aglomeracji Gdańskiej ulega systematycznej poprawie. W roku 2004 można już zauważyć efekty ograniczania " niskiej emisji". W zakresie emisji dwutlenku siarki stan powietrza jest bardzo dobry.
Mimo znacznego wzrostu ilości samochodów również stężenia dwutlenku azotu w długoterminowych okresach nie są wyższe niż 40% normy. Zdarzają się natomiast epizody wysokich stężeń podczas intensywnego ogrzewania budynków i szczytów komunikacyjnych
W dalszym ciągu źle przedstawia się sytuacja w przypadku pyłu zawieszonego. Jakość atmosfery określana na podstawie stężeń pyłu PM10 była dostateczna a na niektórych stacjach (AM10) zła.
Stężenia ozonu powyżej 120 $\mu g/m^3$ wystąpiły kilka razy znacznie poniżej ilości dopuszczalnej.

Podsumowując rok 2004 można uznać go za kolejny, udany okres w działalności Fundacji. Mimo środków finansowych udało się utrzymać wysoki poziom jakości danych i wprowadzić nowe sposoby ich prezentacji.

NOTATKI

NOTATKI

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

Wszelkie prawa zastrzeżone
ISBN 83-913904-2-05
Egzemplarz bezpłatny

Korekta: Maria Markiewicz
Projekt i opracowanie graficzne: Karolina Menegon