

okladka

okładka strona wew.

STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO
W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ W ROKU 2002
I INFORMACJA O DZIAŁALNOŚCI FUNDACJI ARMAAG



Raport przygotował zespół

Tomasz Kołakowski
Michał Sarafin
Tomasz Waszczyk
Ewa Kachniarz

pod kierunkiem Krystyny Szymańskiej

ZAŁOŻYCIELE FUNDACJI ARMAAG

Gmina Gdańsk

Gmina Gdynia

Gmina Sopot

Gmina Tczew

"Nederpol" Sp. z o.o.

FUNDATORZY STACJI

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

FUNDACJA ARMAAG przedstawia kolejną, piątą publikację zawierającą informacje o efektach działalności regionalnej sieci monitoringu atmosfery aglomeracji gdańskiej. W tym roku mija 10 lat od założenia Fundacji. Przez ten czas Fundacja pozyskała dla swojej idei znaczących protektorów - zakłady przemysłowe z Trójmiasta oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku - dotacje których umożliwiły zbudowanie profesjonalnej sieci monitoringu atmosfery jako niezbędnego elementu w systemie oceny jakości powietrza. Powodem do satysfakcji Członków-Założycieli Fundacji jest uczestnictwo sieci ARMAAG w europejskiej strukturze monitoringu środowiska EOINET. Sukcesem w roku 2002 zakończyły się prace umożliwiające powszechny dostęp do wyników pomiarowych on-line. Uzyskane efekty pozwalają na realizację misji społeczeństwa obywatelskiego poprzez wypracowanie otwartej platformy dla komunikacji i informowania w obiektywny sposób o jakości powietrza atmosferycznego oraz źródłach jego zanieczyszczenia. 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. Merytoryczną pomocą służył Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska, a życzliwym wsparciem Wydział Środowiska i Rolnictwa Pomorskiego Urzędu Wojewódzkiego.

Wszystkim

***którzy przyczynili się do rozwoju pomiarowo-informacyjnej sieci ARMAAG
jako narzędzia zarządzania środowiskiem w regionie oraz docenili
znaczenie tego przedsięwzięcia u progu wejścia do Unii Europejskiej***

*serdeczne podziękowanie za pomoc i współpracę
składa Fundacja ARMAAG*

1. Wstęp	8
2. Funkcjonowanie sieci monitoringu regionalnego Armaag w roku 2002	9
2.1 Organizacja pomiarowo-informacyjnej sieci ARMAAG	
2.2 System zapewnienia jakości	
3. Wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń	15
3.1 Dwutlenek siarki.....	17
3.2 Tlenki azotu.....	23
3.2.1 Dwutlenek azotu.....	24
3.2.2 Tlenki azotu.....	26
3.3 Pył PM 10.....	28
3.4 Tlenek węgla.....	34
3.5 Zanieczyszczenia specyficzne.....	38
3.5.1 Ozon.....	38
3.5.2 Dwutlenek węgla.....	44
3.5.3 Benzen, toluen, ksylen.....	44
3.6 Zanieczyszczenia komunikacyjne.....	46
4. Ocena jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej	48
4.1 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniorocznych.....	48
4.2 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniodobowych.....	50
4.3 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 8h.....	56
4.4 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 1h.....	56
4.5 Ocena jakości powietrza na tle wyników pomiarów sieci Airparif.....	57
5. Opracowania autorskie	58
5.1 Warunki meteorologiczne.....	59
5.2 Inteligentny system monitoringu jako instrument zarządzania i/lub kontroli jakości powietrza.....	71
5.3 Wykorzystanie modelowania w ocenach jakości powietrza i programach ochrony powietrza	78
5.4 Wybrane etapy poprzedzające budowę prognostycznego systemu ostrzegawczego wysokich stężeń dwutlenku azotu.....	86
6. Podsumowanie	100

1. WSTĘP

Rok 2002 był dla monitoringu atmosfery rokiem znacznych zmian.

Prawo Ochrony Środowiska dostosowane do prawa Unii Europejskiej i wydane do niego rozporządzenia określiły jednoznacznie wymagania dla sieci pomiarów zanieczyszczeń atmosfery i obowiązków informacji o jakości powietrza.

Przepisy dotyczące pomiarów i dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu zawarte są w Rozporządzeniach Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002.

Są to:

1. Rozporządzenie w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu,
2. Rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji.

Rozporządzenia powyższe weszły w życie z dniem 10 lipca 2002 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku w sieciach teleinformatycznych wydane zostało w dniu 1 października 2002 r. z mocą obowiązującą od 1 stycznia 2003 r.

Powyższe przepisy oraz udział sieci monitoringu regionalnego ARMAAG w strukturach monitoringu państwowego (PMŚ) i europejskiego (EUROAIRNET) stanowiły przyczynę podjęcia przez Fundację prac nad stworzeniem odrębnej bazy danych dla upowszechniania informacji o stężeniach substancji mierzonych na stacjach sieci ARMAAG. Fundacja wykonała aplikacje umożliwiające prezentację on-line (i w sieci www) z pomiarów substancji i wybranych parametrów meteorologicznych oraz komunikatu o jakości powietrza w aglomeracji.

W niniejszej publikacji przedstawiamy całokształt działalność Fundacji ARMAAG w roku 2002.

W raporcie omawiamy podstawowe zasady: funkcjonowania sieci, przekazu danych, generowania informacji. Zebrane wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń ze stacji lokalnych i stacji komunikacyjnej (DOAS) przedstawiamy w odniesieniu do obowiązujących norm i w postaci komentarza jako ocenę jakości powietrza w aglomeracji gdańskiej i Tczewie.

Podajemy informacje: o innych sieciach monitoringu atmosfery i o wydanych raportach w sieci EOINET za rok 2002.

2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002

2.1 Organizacja pomiarowo-informacyjnej sieci ARMAAG

Zadania postawione przed Fundacją ARMAAG określały zakres pomiarów i kompetencje do oceny jakości powietrza w aglomeracji i Tczewie. Zgodnie z przepisami o monitoringu atmosfery pełne kompetencje posiada Inspekcja Ochrony Środowiska, która w ramach systemu informacji o środowisku gromadzi dane pomiarowe, zbiera informacje o stacjach i metodach pomiaru, weryfikuje i przekazuje zagregowane wyniki do Europejskiego Systemu Informacji o Środowisku.

Na szczeblu województwa pomorskiego wyniki pomiarów z sieci ARMAAG podlegają merytorycznej weryfikacji przez Pomorskiego Inspektora Ochrony Środowiska.

Zadania postawione przed siecią ARMAAG w roku 2002 zawarte w harmonogramie pracy Fundacji jako priorytet przyjęły pozyskanie odpowiedniej ilości ważnych danych oraz generowanie informacji o jakości powietrza.

W roku 2002 Fundacja ARMAAG wykonywała pomiary na poziomie odpowiadającym minimalnemu planowi QA/QC.

W roku 2002 zakres pomiarów i lokalizacja stacji nie uległy zmianie.

Stacja	Zakres pomiarowy									
	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	NH ₃	O ₃	CO	CO ₂	PM10	BTX
Gdańsk Śródmieście	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Gdańsk Stogi	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Gdańsk Nowy Port	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Gdynia Pogórze	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Gdańsk Szadółki	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-
Sopot, ul. Bitwy pod Płowcami	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Tczew, ul. Targowa	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Gdańsk Wrzeszcz	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Gdynia Redłowo	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
Gdynia Śródmieście	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+
DOAS	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+

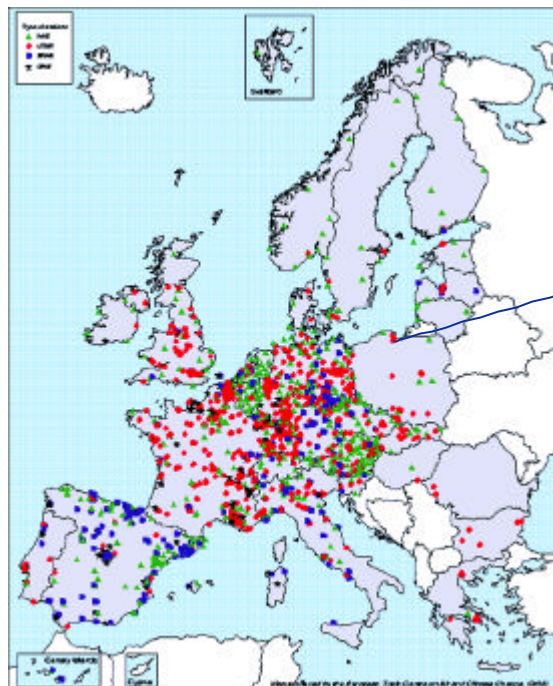
Tab.1. Zakres pomiarowy sieci ARMAAG w roku 2002

2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002



Ryc.1. Lokalizacja i wyposażenie stacji sieci ARMAAG

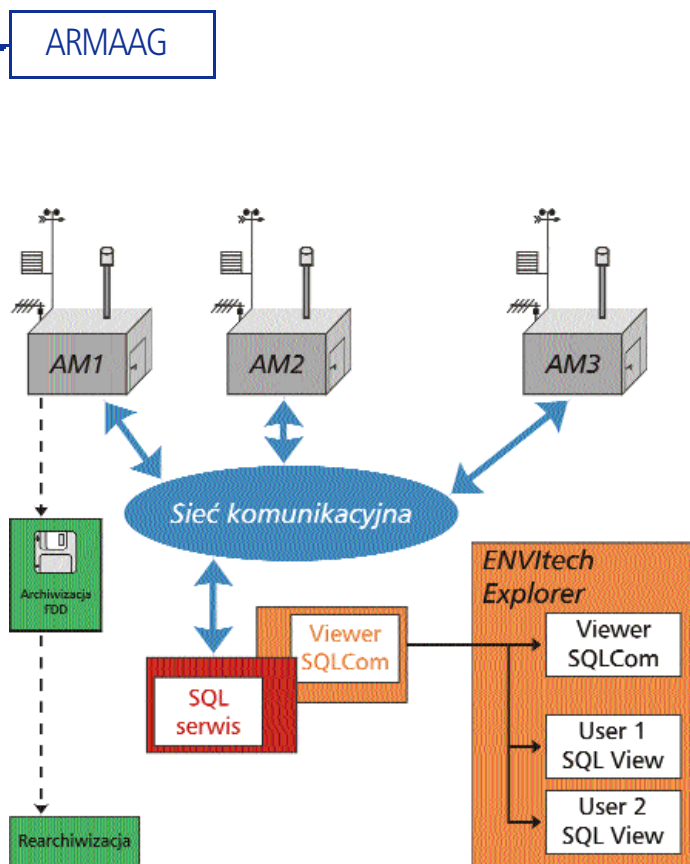
2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002



Ryc.2. Lokalizacja stacji ozonowych w Europie

Informacje o stacjach monitoringu regionalnego ARMAAG włączonych do sieci EUROAIRNET zawarte są w AIRBASE na stronie internetowej <http://etc-acc.eionet.eu.int/databases/airbase.html>.

W raporcie EEA 6/2003 przedstawiono natomiast lokalizację wszystkich stacji wykonujących pomiary ozonu, w tym również sieci ARMAAG (rycina 2).

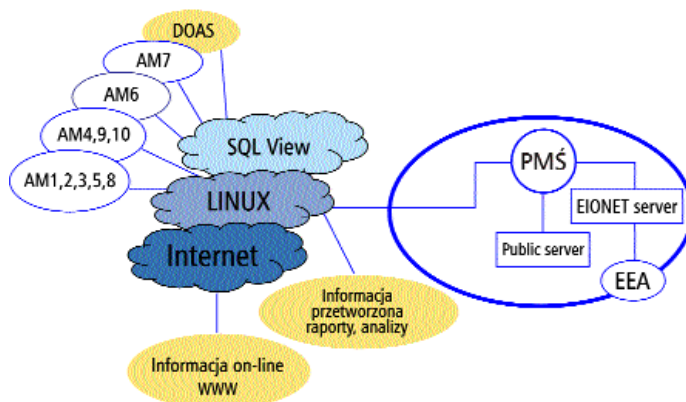


Ryc.3. Architektura sieci pomiarowej ARMAAG

W roku 2002 w sieci monitoringu regionalnego ARMAAG działało 10 stacji lokalnych (typu AM) i jedna stacja komunikacyjna DOAS 2000. Wyniki pomiarów, statusy komunikatów, statusy kalibracji, alarmy przekazywane były do stacji centralnej CAS za pomocą połączenia modemowego, a w przypadku DOAS - telefonii komórkowej. Część pomiarowa sieci ARMAAG funkcjonuje według następującego schematu (ryc.3):

2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002

Część informacyjna sieci ARMAAG obejmuje wszystkie obiekty zasilane informacją o wynikach pomiarów zanieczyszczeń i parametrów meteorologicznych w trybie on-line, przetworzonymi informacjami o jakości powietrza (komunikat), raportowaniem miesięcznym, rocznym i ukierunkowanym (sponsorzy). Informacja upowszechniana była po uprzedniej weryfikacji i walidacji przez administratora systemu.



Ryc.4. Schemat połączeń informacyjnych sieci ARMAAG

Podstawowe informacje o jakości powietrza są rozpowszechniane przy użyciu internetu w postaci prezentacji o jakości powietrza i bieżących wartościach stężeń.



Ryc.5. Komunikat o jakości powietrza



Ryc.6. Informacja on-line wartościach stężeń i wybranych parametrów meteorologicznych

2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002

2.2 System zapewnienia jakości

Dla zapewnienia pozyskania wymaganego przez rozporządzenie MŚ z dnia 6 czerwca 2002 r. minimalnego procenta ważnych danych (90% przy dokładności pomiarów od 15 do 25%) dla sieci automatycznych w Fundacji ARMAAG wprowadzono wewnętrzne procedury sprawdzające:

- wszystkie czynności w zakresie obsługi stacji lokalnych i stacji centralnej dokumentowane są odpowiednimi zapisami,
- codzienna, bezwzględnie obowiązująca weryfikacja: komunikatów połączeń, statusów danych, protokołów kalibracji,
- analiza zgodności wskazań przyrządów,
- analiza archiwalna,
- podstawowa analiza meteorologiczna,
- analiza incydentów emisyjnych.

Po raz pierwszy, w lipcu 2002, przeprowadzono pełny zewnętrzny audyt stacji pomiarowych obejmujący wzorcowanie i kalibrację analizatorów, wyjść analogowych, sprawdzenie ustawień data loggera i ustawień poprawności akwizycji danych.

Audyt przeprowadzono zgodnie z odpowiednimi procedurami przy pomocy specjalizowanych urządzeń wzorcujących i kalibrujących posiadających stosowne certyfikaty.

Audyt analizatorów ozonu wykonywany był dwukrotnie w ciągu roku, przed i po sezonie letnim.

Pozyskiwana ilość ważnych danych zależna jest od wielu czynników. Do najważniejszych należą:

- poprawna praca analizatorów,
- niezakłócone działanie data loggera,
- stałe i stabilne zasilanie elektryczne,
- jakość połączeń ze stacją centralną,
- dostęp do serwisu i części zamiennych.

W sieci ARMAAG pozyskana ilość ważnych danych w roku 2002 w odniesieniu do poszczególnych analizatorów przedstawia się następująco:

Analizatory	ilość sztuk	średni % czasu pracy w roku	średni % ważnych danych
Dwutlenek siarki SO ₂	9	97,2	96,3
Tlenek azotu NO	9	95,8	93,8
Dwutlenek azotu NO ₂	10	95,7	94,7
Tlenki azotu NO _x	9	95,8	94,7
Ozon O ₃	4	94,8	93,6
Dwutlenek węgla CO ₂	2	100,0	99,0
Tlenek węgla CO	6	96,7	95,3
Pył PM10	10	96,2	94,3
Benzen, toluen, ksylen (BTX)	1	81,0	76,9
Amoniak NH ₃	1	28,0	

Tab.2. Ilość ważnych danych z poszczególnych analizatorów w roku 2002

2. FUNKCJONOWANIE SIECI MONITORINGU REGIONALNEGO ARMAAG W ROKU 2002

Utrata danych (różnica pomiędzy czasem pracy analizatora a pozyskaną ilością ważnych danych) wynikała z:

- awarii osprzętu analizatora (pompy poboru próby pyłu, toru poboru próby gazowej),
- awarii data loggera lub zawieszenia komputera,
- braku połączenia stacji lokalnej ze stacją centralną,
- negatywnej walidacji (odrzucone dane wątpliwe tj: uzyskane po przerwie w zasilaniu energetycznym, po złej kalibracji, w wyniku rozpoznanych lokalnych incydentów emisyjnych).

Ilość ważnych danych pozyskanych z sieci monitoringu regionalnego ARMAAG w roku 2002 spełniała wymagania niezbędne dla wykonania obliczeń statystycznych.

Oprócz rutynowych pomiarów w miesiącach marzec - maj 2002 w Gdyni wykonywane były przy użyciu przenośnej stacji DOAS badania stężeń zanieczyszczeń komunikacyjnych.

Wszystkie dane zebrane z sieci pomiarowej ARMAAG oraz przetworzone informacje z roku 2002 zarchiwizowano zgodnie z obowiązującymi procedurami zabezpieczania danych na dyskach i nośnikach elektronicznych.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Pomiary zanieczyszczeń powietrza dla dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, ozonu, tlenku i dwutlenku węgla wykonywano zgodnie z wymaganiami odnośnie metodyk referencyjnych zawartych w Rozporządzeniu MŚ w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu. Pył PM10 oznaczano metodą radiometryczną i grawimetryczną, zaś oznaczeń benzenu i innych węglowodorów aromatycznych dokonywano techniką chromatografii gazowej poprzez automatyczny pobór prób.

Wymaganą dokładność i precyzję wskazań oszacowano podczas zewnętrznego audytu.

STACJE	ANALIZATOR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	%
Ilość dni pomiarowych														
AM1 Gdańsk ŚRÓDMIEŚCIE	SO ₂	31	19	25	30	29	30	31	31	30	31	30	31	95
	NO _x	31	28	31	30	29	30	31	31	30	31	30	31	99
	PM 10	31	28	31	30	29	30	31	31	30	31	30	31	99
AM2 Gdańsk STOGI	SO ₂	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31	100
	NO _x	2	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	28	91
	PM 10	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31	100
AM3 Gdańsk NOWY PORT	SO ₂	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	NO _x	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	PM 10	31	28	31	30	31	30	29	31	30	31	30	31	99
	CO	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	CO ₂	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	O ₃	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
AM4 Gdynia POGÓRZE	SO ₂	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
	NO _x	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
	PM 10	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
	CO	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
	CO ₂	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
	O ₃	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	29	31	100
AM5 Gdańsk SZADÓŁKI	SO ₂	31	6	4	27	31	28	31	31	30	31	30	30	85
	NO _x	31	6	4	23	28	28	31	31	30	31	30	30	83
	PM 10	31	6	4	27	31	28	31	31	30	31	30	29	85
	CO	31	4	4	23	31	28	31	31	30	31	30	30	83
	O ₃	31	6	4	27	24	28	31	31	30	31	30	30	83
AM6 SOPOT	SO ₂	31	28	31	30	31	28	31	31	30	31	30	31	99
	NO _x	31	28	31	30	31	27	31	31	30	31	30	31	99
	PM 10	31	28	31	30	31	27	31	31	30	21	30	31	96
	CO	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

STACJE	ANALIZATOR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	%
Ilość dni pomiarowych														
AM7	SO ₂	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31	100
TCZEW	NO _x	31	28	31	30	31	30	30	31	12	26	30	31	93
	PM 10	31	28	31	29	31	30	30	31	30	31	30	29	99
AM8	CO	31	28	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31	100
	SO ₂	29	28	31	30	31	27	31	31	30	31	30	24	97
Gdańsk WRZESZCZ	NO _x	29	28	31	30	31	27	31	31	30	31	30	24	97
	PM 10	29	28	31	30	31	27	31	31	15	1	30	24	84
AM9	CO	29	28	31	30	31	27	31	31	30	31	30	24	97
	SO ₂	31	28	31	30	31	29	27	31	30	31	30	31	99
Gdynia REDŁOWO	NO _x	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	PM 10	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
AM10	O ₃	15	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	96
	NO ₂	16	28	31	27	31	30	31	31	30	31	30	31	95
Gdynia ŚRÓDMIEŚCIE	NH ₃	16	28	31	27	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	PM 10	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	100
	BTX	31	28	31	30	30	24	31	31	3	0	25	31	81

Tab.3. Czas pracy analizatorów w 2002 roku

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 (24 h),
- 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:

_____ - dla obszaru 0
----- - dla uzdrowisk UZ.

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

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.1 Dwutlenek siarki

Pomiar dwutlenku siarki wykonywany był na wszystkich stacjach za wyjątkiem stacji AM10. Na ośmiu stacjach pomiar wykonywany był przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 43C, na stacji w Gdańsku Śródmieściu przyrządem firmy API. Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano w 72-godzinny cykl kalibracji zera i spanu oraz podczas audytów przeprowadzanych przez firmę ASTER ZAK Kędzierzyn. Ilość ważnych danych pozyskanych w roku 2002 przedstawia się następująco:

Stacja	% ważnych danych		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1	90.7	98.3	94.5
AM2	99.6	99.9	99.7
AM3	99.2	99.5	99.3
AM4	98.9	99.7	99.3
AM5	70.7	93.6	82.2
AM6	99.9	98.2	99.0
AM7	99.3	98.9	99.1
AM8	94.6	96.4	95.5
AM9	99.8	96.4	98.1

Tab.4. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki w roku 2002

Jedynie w stacji AM5 nie uzyskano wymaganej ilości ważnych danych dla sezonu grzewczego i roku. W sezonie letnim ilość ważnych danych upoważnia do obliczania stężeń średnich.

Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych na poszczególnych stacjach przedstawiono w tabeli 5 i na rycinach 7, 8, 9.

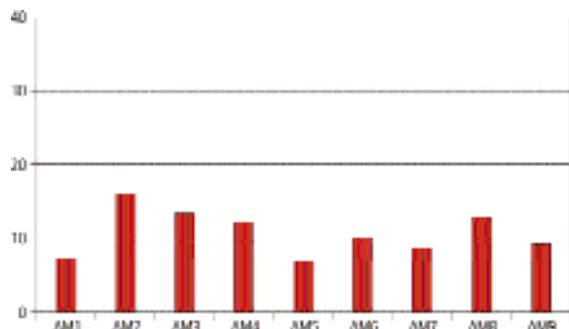
W poszczególnych stacjach w roku 2002 średnioroczne i średniookresowe stężenia zanieczyszczeń przedstawiały się następująco:

Stacja	Stężenia średniookresowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	sezon grzewczy	sezon letni	rok
AM 1 - Gdańsk Śródmieście	7.1	4.8	5.9
AM2 - Gdańsk Stogi	15.9	8.4	12.1
AM 3 - Gdańsk Nowy Port	13.2	8.7	11.0
AM 4 - Gdynia Pogórze	11.9	6.6	9.3
AM 5 - Gdańsk Szadółki		6.3	6.6
AM 6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	9.9	6.3	8.1
AM7 - Tczew ul.Targowa	8.7	5.9	7.3
AM 8 - Gdańsk Wrzeszcz	12.7	9.2	10.9
AM 9 - Gdynia Redłowo	9.0	5.9	7.5
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		40	

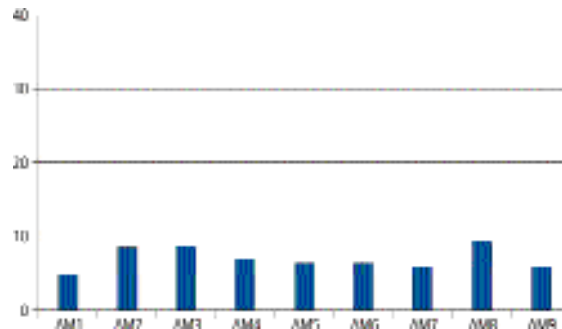
Tab.5. Kompletność serii pomiarowych dwutlenku siarki w roku 2002

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

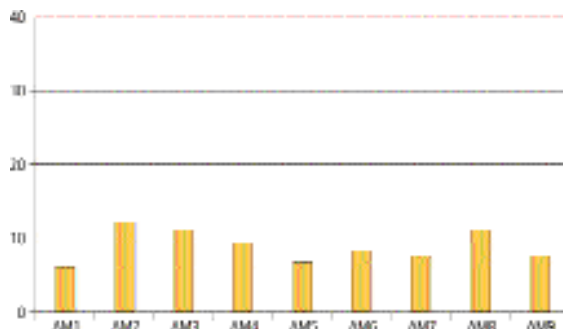
Średnioroczne stężenia dwutlenku siarki we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 14,8% (AM1) do 30,3% (AM2) poziomu dopuszczalnego.



Ryc.7. Stężenia w okresie grzewczym [µg/m³]



Ryc.8. Stężenia w okresie letnim [µg/m³]



Ryc.9. Dwutlenek siarki - stężenia średnioroczne [µg/m³]

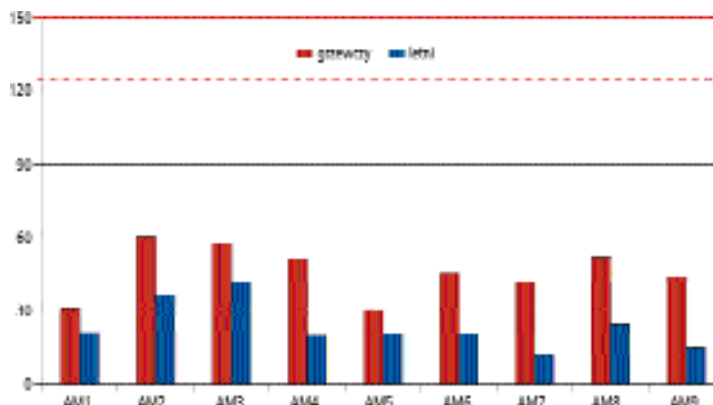
W roku 2002 nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości stężeń 24h (średniodobowych) dwutlenku siarki. Maksymalne stężenie średniodobowe zanotowano w okresie grzewczym w stacji nr 2 w Gdańsku Stogach w dniu 9 grudnia.

Wyniosło ono 59,1 µg/m³ tj. 39,4% normy dopuszczalnej. W Sopocie, w którym obowiązują normy dla uzdrowiska, stężenie średniodobowe osiągnęło maksymalną wartość 36,1% normy tj. 45,2 µg/m³ w dniu 16 grudnia. Oba te dni charakteryzowały się znacznymi spadkami temperatur.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stacja	Maksymalne stężenia średniodobowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	30.7	20.7
AM2 - Gdańsk Stogi	59.1	36.3
AM3 - Gdańsk Nowy Port	57.7	41.8
AM4 - Gdynia Pogórze	51.3	19.5
AM5 - Gdańsk Szadółki	30.0	20.4
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	45.2	20.1
AM7 - Tczew ul.Targowa	42.0	11.5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	51.8	23.9
AM9 - Gdynia Redłowo	43.3	14.4
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar uzdrowisko	150 125
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	3	

Tab.6. Dwutlenek siarki - maksymalne stężenia średniodobowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



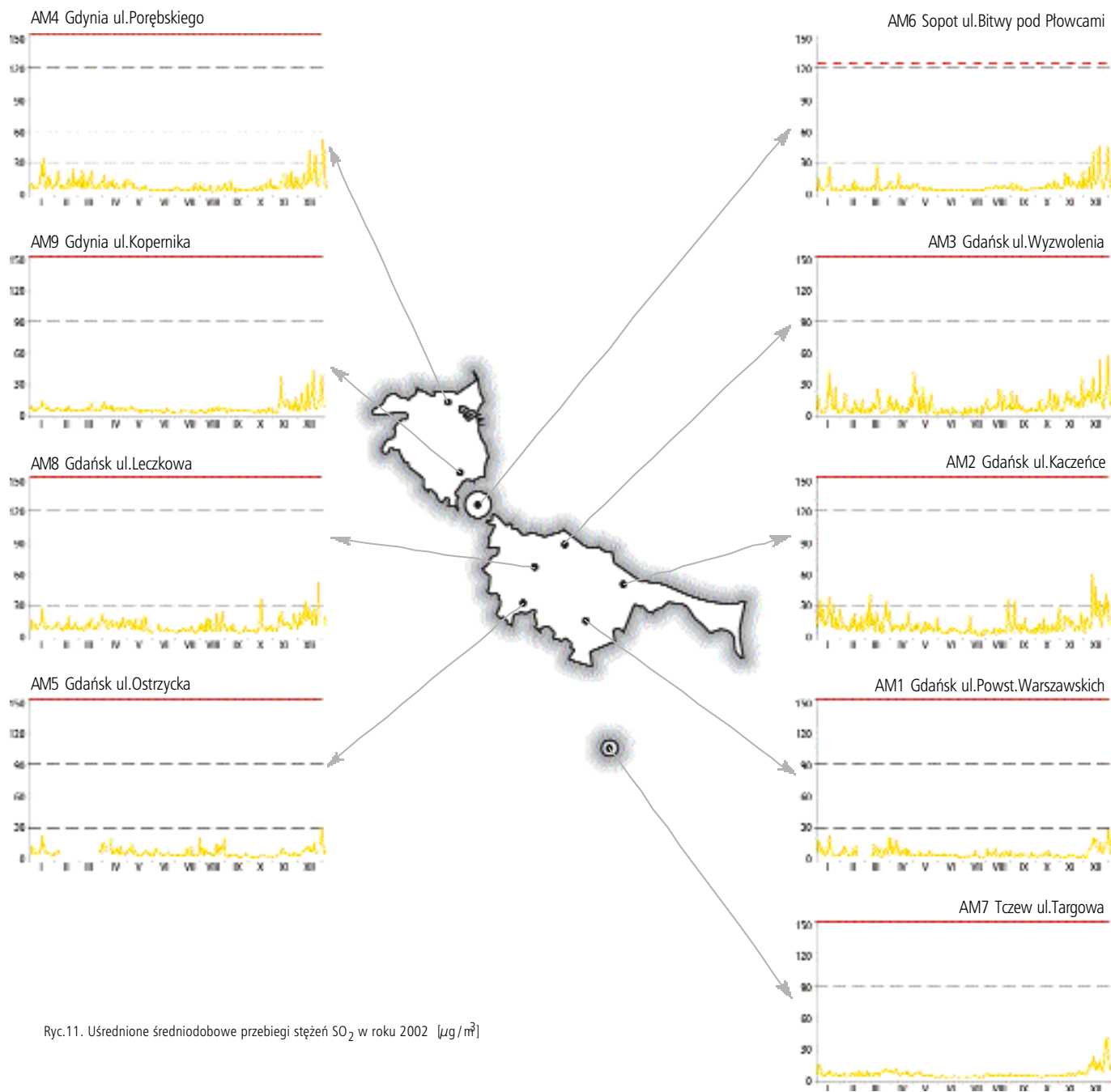
Ryc.10. Dwutlenek siarki - maksymalne stężenia średniodobowe

W sezonie letnim stężenia średniodobowe były niższe niż w sezonie grzewczym.

Maksymalne wartości stężeń średniodobowych występowały w okresie grzewczym. Świadczy to, że głównym źródłem emisji dwutlenku siarki są procesy spalania paliw.

Przedstawione na rycinie 11 uśrednione 24 godzinne przebiegi stężeń potwierdzają sezonowość występowania wyższych stężeń.

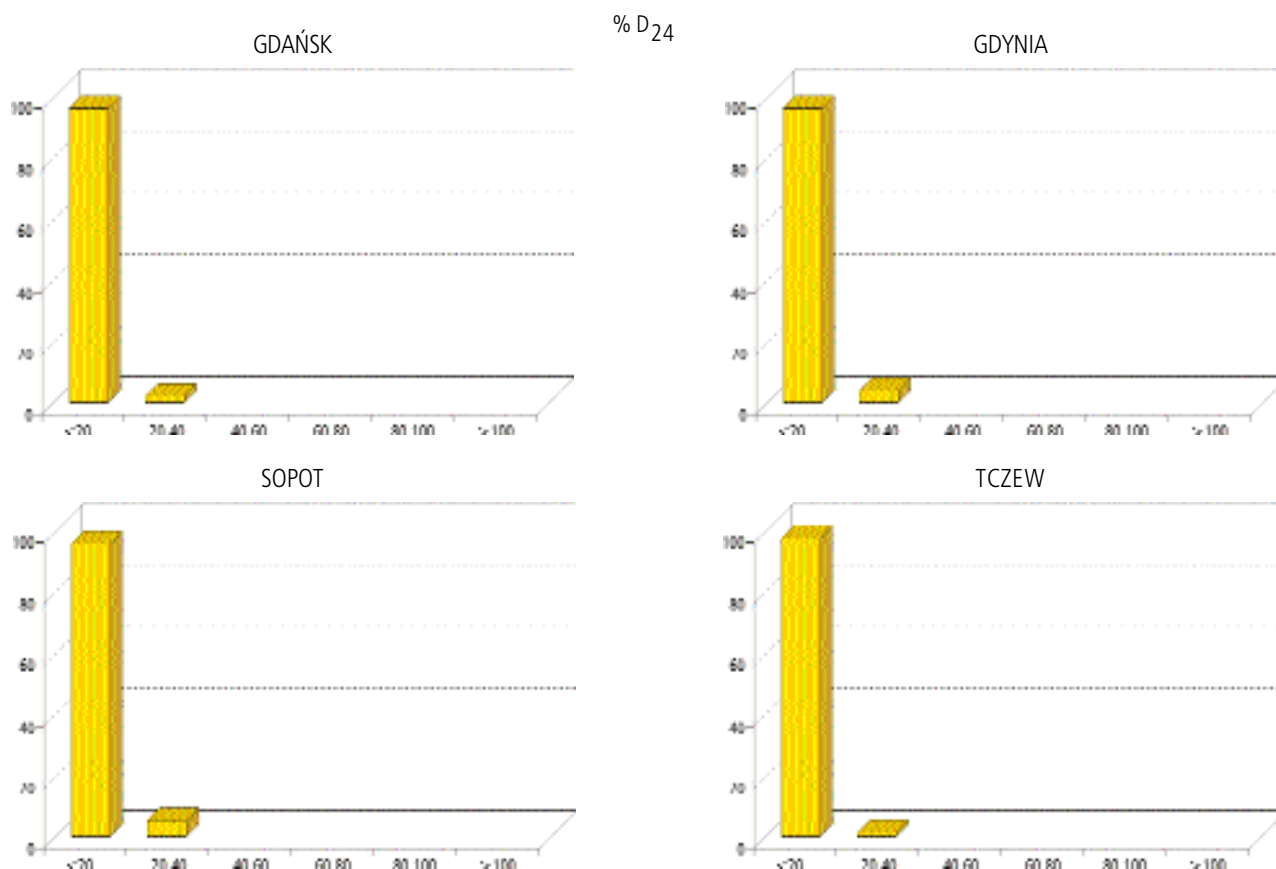
SIEĆ ARMAAG 2002



Ryc.11. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń SO₂ w roku 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Na stacjach AM2, AM3, AM4 i AM8 zlokalizowanych w obszarze oddziaływania wielu obiektów energetycznych indywidualnych i centralnych, stężenia średniodobowe dwutlenku siarki w okresie grzewczym są wyraźnie wyższe od stężeń w okresie letnim.



Ryc.12. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń SO₂ w określonych przedziałach stężeń

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Uśrednione przebiegi stężeń średniodobowych pokazują fluktuacje stężeń w przeciągu doby w zależności od lokalizacji stacji. Najwyższe przeciętne poziomy występują w Nowym Porcie.

Na wszystkich stacjach wystąpił wyraźny wzrost stężeń w grudniu, gdy odnotowano bardzo niskie temperatury powietrza (do -18°C).

Stan zanieczyszczenia powietrza określać można analizując częstość występowania określonych wartości stężeń średniodobowych.

Na rycinie 12 przedstawiono częstość występowania określonych wartości stężeń dwutlenku siarki o czasie uśredniania 24h.

W 2002 we wszystkich czterech miastach nie występowały stężenia 24h wyższe niż 40% normy. W Gdańsku i w Gdyni, w zakresie do 20% wartości dopuszczalnych mieści się prawie 98% danych. W Sopocie 97% danych to wartości w przedziale do 20% wartości dopuszczalnej (dla uzdrowisk = $125\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) i 3% w przedziale 21- 40%

W Tczewie aż 98,9% wyników to wyniki poniżej 20% wartości dopuszczalnych dla obszaru ($D_{24} = 150\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na żadnej stacji w roku 2002 nie odnotowano przekroczeń stężeń 1h (chwilowych) .

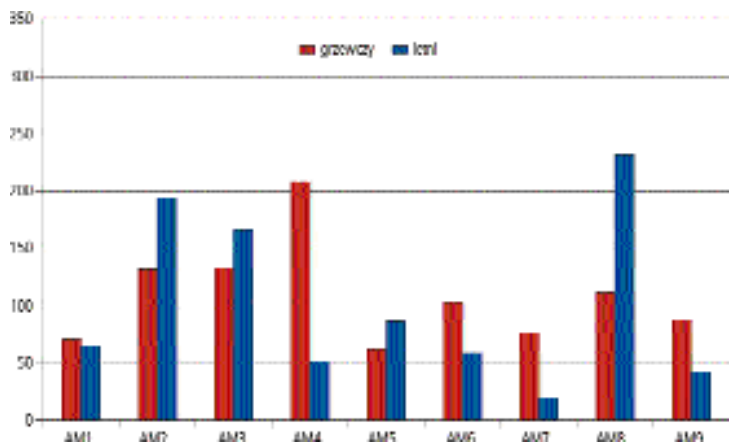
Maksymalne stężenie dwutlenku siarki $S_{1h} = 231,7\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zmierzone je w stacji nr 8 w Gdańsku przy ul. Leczkowa w dniu 25 sierpnia, o godzinie 11:00. Wysokie stężenia dwutlenku siarki notowane były również na stacjach AM2 i AM3. W okresie od 25 sierpnia do 4 września występowały warunki meteorologiczne typowe dla pogody smogowej: wysoka temperatura powietrza (do 29°C), bardzo niska wilgotność oraz wysokie gradienty noc - dzień temperatury, wilgotności i prędkości wiatru.

Stacja	Maksymalne stężenia 1h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	69.8	65.6
AM2 - Gdańsk Stogi	131.9	193.0
AM3 - Gdańsk Nowy Port	133.4	165.7
AM4 - Gdynia Pogórze	208.5	49.5
AM5 - Gdańsk Szadółki	61.3	86.6
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	101.9	58.2
AM7 - Tczew ul.Targowa	75.4	19.8
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	109.7	231.7
AM9 - Gdynia Redłowo	87.1	42.5
Dopuszczalny poziom dwutlenku siarki w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar uzdrowisko	350 350
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	24	

Tab.7. Dwutlenek siarki - maksymalne stężenia 1h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Maksymalne wartości stężeń wahają się od 5,6% na stacji nr 7 w sezonie letnim do 66,2% na stacji nr 8.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.13. Dwutlenek siarki - maksymalne wartości stężeń chwilowych [µg/m³]

3.2 Tlenki azotu

Pomiar tlenków azotu wykonywany był we wszystkich stacjach przy użyciu analizatorów firmy Thermo Environmental model 42C. Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano w 72-godzinny cykl kalibracji zera i zadanego stężenia gazu wzorcowego. Interkalibracja wykonana była przez firmę ASTER ZAK Kędzierzyn podczas audytu w lipcu 2002.

W dziewięciu stacjach wykonywany jest pomiar tlenku, dwutlenku i tlenków azotu. W stacji nr 10 dwutlenek azotu mierzony jest w reakcji konwersji amoniaku.

Stacja	rok			% ważnych danych			sezon letni		
	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
AM1	97.4	97.4	97.4	96.7	96.7	96.7	98.2	98.2	98.2
AM2	90.4	90.4	90.4	81.8	81.8	81.8	99.0	99.0	99.0
AM3	99.3	99.3	99.3	99.1	99.1	99.1	99.5	99.5	99.5
AM4	99.4	99.4	99.4	98.9	98.9	98.9	99.8	99.8	99.8
AM5	71.4	79.9	79.9	53.6	70.7	70.7	90.1	90.1	90.1
AM6	99.1	99.1	99.1	99.5	99.5	99.5	98.7	98.7	98.7
AM7	91.6	91.6	91.6	94.4	94.4	94.4	88.9	88.9	88.9
AM8	95.6	95.6	95.6	94.8	94.8	94.8	96.4	96.4	96.4
AM9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.7	99.7	99.7
AM10	-	87.6	-	-	90.1	-	-	85.4	-

Tab.8. Kompletność serii pomiarowych tlenków azotu w roku 2002

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.2.1 Dwutlenek azotu

W chwili obecnej poziomy dopuszczalne określone są dla czasów uśredniania 1h i rok.

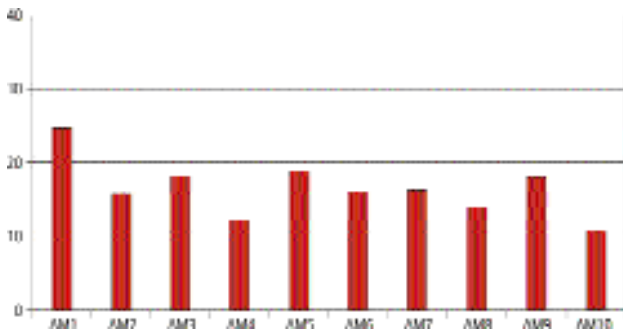
Wartości stężeń średniokresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 9 i na rycinach 14, 15, 16.

W poszczególnych stacjach w roku 2002 średnioroczne i średniokresowe stężenia zanieczyszczeń przedstawiały się następująco:

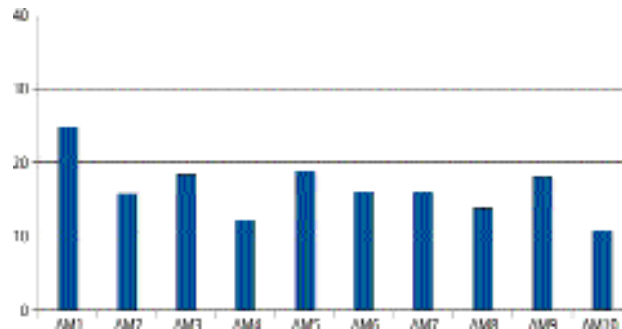
Stacja	Stężenia średniokresowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Śródmieście	25.0	22.1	23.5
AM2 - Gdańsk Stogi	15.9	11.0	13.2
AM3 - Gdańsk Nowy Port	18.3	17.0	17.7
AM4 - Gdynia Pogórze	12.2	9.4	10.8
AM5 - Gdańsk Szadółki	-	12.8	15.5
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	16.2	12.9	14.6
AM7 - Tczew ul. Targowa	16.3	13.0	14.7
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	20.2	18.5	19.4
AM9 - Gdynia Redłowo	18.1	17.1	17.6
AM10 - Gdynia Śródmieście	10.7	9.3	10.0
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar	40	
	uzdrowisko	35	

Tab.9. Dwutlenek azotu - stężenia średnioroczne i średniokresowe

Średnioroczne stężenia dwutlenku azotu we wszystkich stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 25% (AM10) do 58% (AM1) poziomu dopuszczalnego.

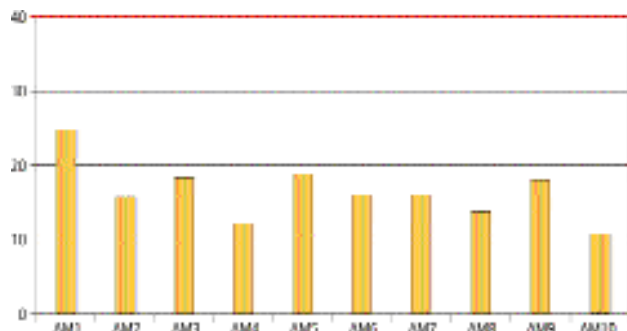


Ryc.14. Stężenia w okresie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.15. Stężenia w okresie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.16. Dwutlenek azotu - stężenia średnioroczne [µg/m³]

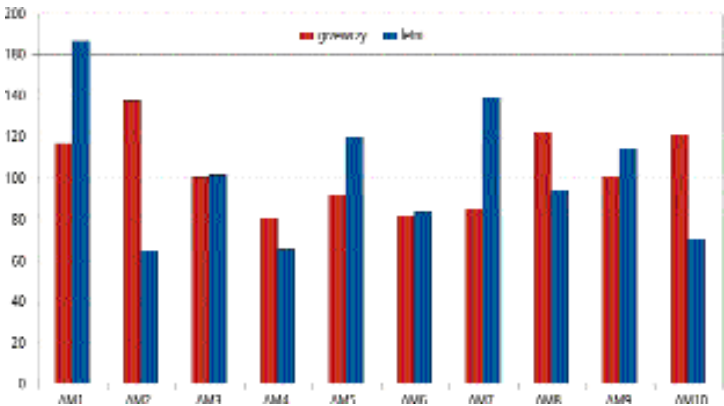
W roku 2002 na żadnej ze stacji nie odnotowano przekroczeń stężeń 1h (chwilowych).
Maksymalne stężenie dwutlenku azotu $S_{1hmax} = 166,6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ zmierzono w stacji nr 1 w Gdańsku przy ul. Powstańców Warszawskich w dniu 28.08.2002 o godzinie 21.

Stacja	Maksymalne stężenia 1h [$\mu\text{g/m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM 1 - Gdańsk Śródmieście	116.7	166.6
AM2 - Gdańsk Stogi	137.2	64.5
AM 3 - Gdańsk Nowy Port	100.1	100.7
AM4 - Gdynia Pogórze	80.1	64.9
AM5 - Gdańsk Szadółki	91.4	119.4
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	81.1	83.0
AM7 - Tczew ul.Targowa	84.6	138.6
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	121.2	93.8
AM9 - Gdynia Redłowo	100.4	114.2
AM 10 - Gdynia Śródmieście	120.8	69.9
Dopuszczalny poziom dwutlenku azotu w powietrzu [$\mu\text{g/m}^3$]	200	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	18	

Tab.7. Dwutlenek siarki - maksymalne stężenia 1h [µg/m³]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Maksymalne wartości stężeń wahają się od 32% do 83% przy czym wyższe wartości w okresie letnim są generalnie efektem emisji komunikacyjnej. W niewielkim stopniu zależą również od sposobu ogrzewania (stacja AM9 - rozproszona, niska zabudowa jednorodzinna o dominującym sposobie ogrzewania indywidualnego gazowego).



Ryc.17. Dwutlenek azotu - maksymalne wartości stężeń 1h [µg/m³]

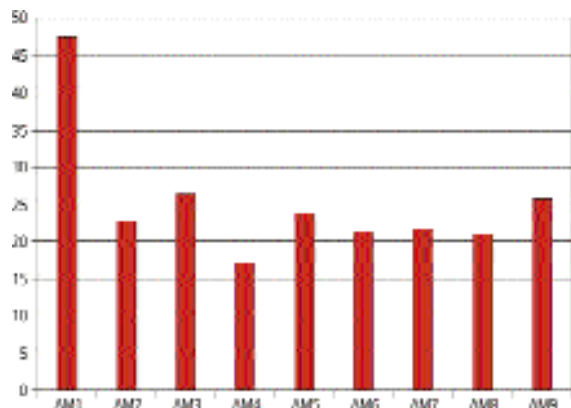
3.2.2 Tlenki azotu

Dla tlenków azotu, których poziom dopuszczalny określono ze względu na ochronę roślin wartości stężeń średniookresowych przedstawiono w tabeli 11 i na rycinach 18, 19, 20.

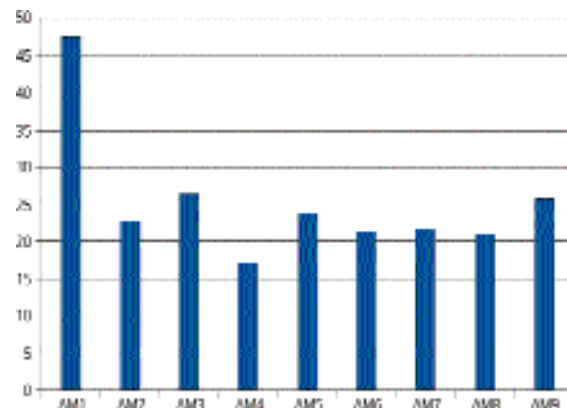
Stacja	Stężenia średniookresowe [µg/m³]		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Śródmieście	47.6	31.9	39.7
AM2 - Gdańsk Stogi	22.7	16.1	19.1
AM3 - Gdańsk Nowy Port	26.3	22.0	24.1
AM4 - Gdynia Pogórze	17.0	12.2	14.6
AM5 - Gdańsk Szadółki	-	15.7	19.3
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	21.4	16.2	18.8
AM7 - Tczew ul. Targowa	21.5	16.2	18.9
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	21.0	19.2	20.1
AM9 - Gdynia Redłowo	25.8	22.6	24.2
Dopuszczalny poziom tlenków azotu w powietrzu [mg/m3]*		40	
* ze względu na ochronę roślin			

Tab.11. Tlenki azotu - stężenia średnioroczne i średniookresowe

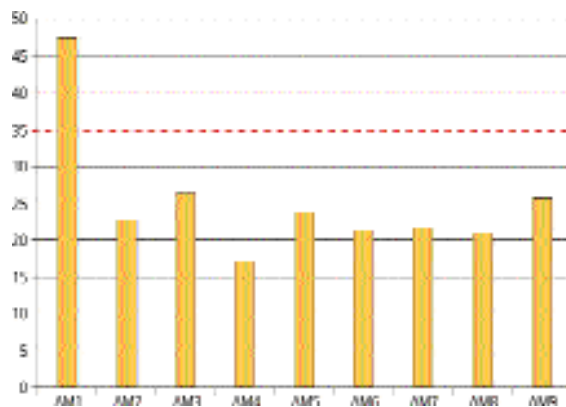
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.18. Stężenia w okresie grzewczym [µg/m³]



Ryc.19. Stężenia w okresie letnim [µg/m³]



Ryc.20. Tlenki azotu - stężenia średnioroczne [µg/m³]

W obu przypadkach - tlenków azotu i dwutlenku azotu - wyraźnie wyższe stężenia występują na stacji nr 1 w Gdańsku Śródmieściu. Na tej stacji zaznacza się dominujący wpływ emisji komunikacyjnej.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.3 Pył PM 10

Zgodnie z Rozporządzeniem¹ jako metodę referencyjną dla pomiaru pyłu PM10 uznaje się metodę manualną wagową. W Rozporządzeniu² jako metodę pozyskiwania informacji o stężeniach PM10 wymienia się metodę automatyczną. W roku 2002 pył PM10 w stacjach ARMAAG mierzony był dwiema metodami automatycznymi (podobnie jak w innych stacjach sieci EUROAIRNET): metodą radiometryczną - analizatorem firmy Eberline i metodą wagową, pyłomierzem firmy Rupprecht & Pataschnick.

Poprawność wskazań analizatorów kontrolowana jest co trzy miesiące przy użyciu folii kalibracyjnych zgodnie z procedurą kalibracji. Pomiary wykonywane były we wszystkich stacjach. Dyspozycyjność analizatorów dla serii rocznej spełniała wymagania dla stacji w Gdyni, Sopocie i Tczewie. W Gdańsku brak jest pełnej serii dla stacji AM8, a dla stacji AM5 do obliczania stężeń średniookresowych upoważnia seria letnia.

Stacja	sezon grzewczy	% ważnych danych sezon letni	rok
AM1	99.3	98.0	98.6
AM2	99.7	99.6	99.6
AM3	98.1	97.2	97.7
AM4	98.3	97.8	98.1
AM5	69.4	92.3	80.8
AM6	92.8	98.0	95.4
AM7	96.6	97.1	96.9
AM8	77.2	86.7	82.0
AM9	99.7	99.5	99.6
AM10	99.9	99.8	99.8

Tab.12. Kompletność serii pomiarowych pyłu PM10 w roku 2002

W chwili obecnej poziomy dopuszczalne dla pyłu PM10 określone są dla czasów uśredniania 24h i rok.

Wartości stężeń średniookresowych i średniorocznych przedstawiono w tabeli 13 i na rycinach 21, 22, 23.

W poszczególnych stacjach w roku 2002 średnioroczne i średniookresowe stężenia pyłu PM10 przedstawiały się następująco:

Stacja	Stężenia średniookresowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM1 - Śródmieście	25.6	29.3	27.4
AM2 - Gdańsk Stogi	24.4	30.7	27.5
AM3 - Gdańsk Nowy Port	36.9	40.3	38.6
AM4 - Gdynia Pogórze	29.3	33.5	31.4
AM5 - Gdańsk Szadółki	-	29.2	25.7

¹ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu

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

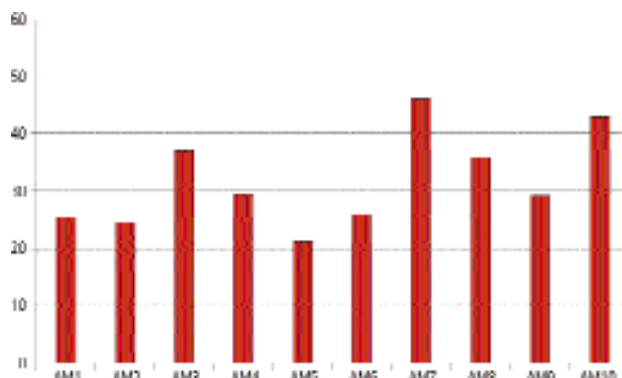
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stacja	Stężenia średniokresowe grzewczy	Stężenia średniokresowe letni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$] rok
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	25.7	27.8	26.8
AM7 - Tczew ul. Targowa	45.8	50.6	48.2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	35.6	36.8	36.3
AM9 - Gdynia Redłowo	29.1	29.9	29.5
AM10 - Gdynia Śródmieście	42.9	51.4	47.1
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40		

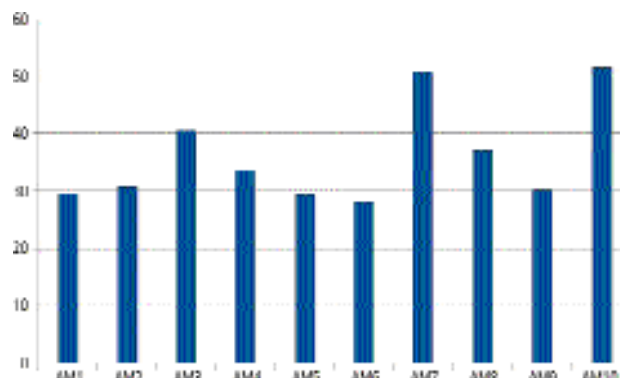
Tab.13. Pył PM10 - stężenia średnioroczne i średniokresowe

Średnioroczne stężenia pyłu PM10 były przekroczone w dwóch stacjach: na stacji AM10 w Gdyni Śródmieściu oraz Tczewie. W pozostałych stacjach były niższe od wartości dopuszczalnych i wynosiły od 64% (AM5) do 96% (AM3) poziomu dopuszczalnego. Analiza wysokich stężeń pyłu w Gdyni i w Tczewie wskazuje na następujące przyczyny:

- w Tczewie w indywidualnym ogrzewaniu stosowane jest paliwo stałe,
- w Gdyni stacja AM10 zlokalizowana jest w rejonie oddziaływania emisji z kotłowni lokalnej Szpitala Miejskiego i kotłowni Stoczni NAUTA S.A. opalanych węglem oraz pylenia z transportów węgla.

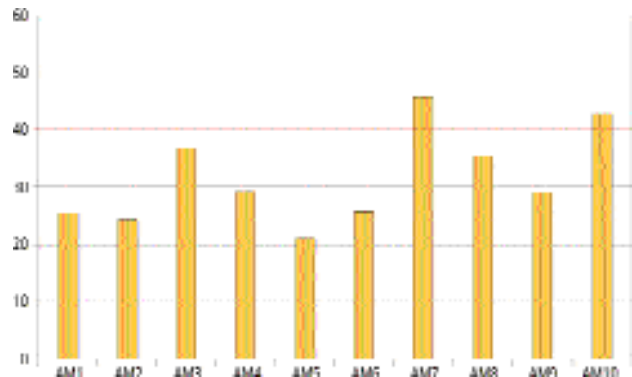


Ryc.21. Stężenia w okresie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Ryc.22. Stężenia w okresie letnim [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.23. Pył PM10 - stężenia średnioroczne [µg/m³]

Stacja	Maksymalne stężenia średniodobowe [µg/m³]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM1 - Gdańsk Śródmieście	91.5	88.7
AM2 - Gdańsk Stogi	104.7	109.3
AM3 - Gdańsk Nowy Port	150.1	169.3
AM4 - Gdynia Pogórze	120.6	101.8
AM5 - Gdańsk Szadółki	77.4	99.1
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	103.7	90.3
AM7 - Tczew ul.Targowa	171.1	146.0
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	159.1	111.3
AM9 - Gdynia Redłowo	131.0	108.3
AM10 - Gdynia Śródmieście	154.1	198.9
Dopuszczalny poziom pyłu PM10 w powietrzu [µg/m³]	50	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	35	
Ilość dni z przekroczeniami	Aglomeracja	133
	Tczew	146

Tab.14.Pył PM10 - maksymalne stężenia 24h [µg/m³]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

W roku 2002 radykalnie obniżona została norma dla średniodobowego stężenia pyłu PM₁₀. Wprowadzono również dopuszczalną ilość dni z przekroczeniami.

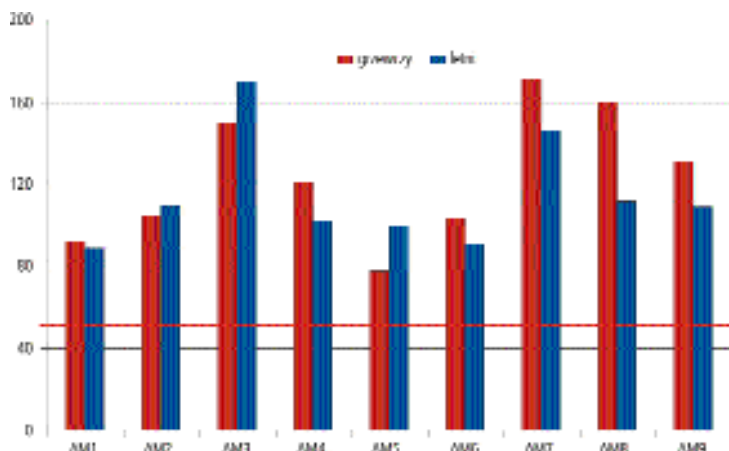
Przekroczenia odnotowano we wszystkich stacjach. Ilość dni z przekroczeniami była czterokrotnie wyższa niż dopuszczalna.

Wyniki pomiarów prezentuje tabela 14 oraz rycina 24.

Maksymalne wartości stężeń 24h były wyższe od normy dopuszczalnej od 1,5 (stacja AM5) do ponad 3 razy (AM7) w sezonie grzewczym i od 1,7 razy (AM1) do prawie 4 (AM10) w sezonie letnim.

Taka sytuacja świadczy o tym, że poziom stężeń pyłu PM₁₀ zależy nie tylko od emisji z ogrzewania. Wyższe stężenia w sezonie letnim 2002 wywołane były również nietypową sytuacją meteorologiczną, która miała miejsce pod koniec sierpnia i na początku września. Maksymalne stężenie średniodobowe = 198,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w stacji nr10 w Gdyni dnia 10 września przy śr. temp. = 19,2°C, prędkości wiatru <2,5 m/s i wilgotności <60%.

Obserwowany tego dnia kierunek wiatru to wiatr z sektora NE z kierunku Mola Węglowego w Porcie.

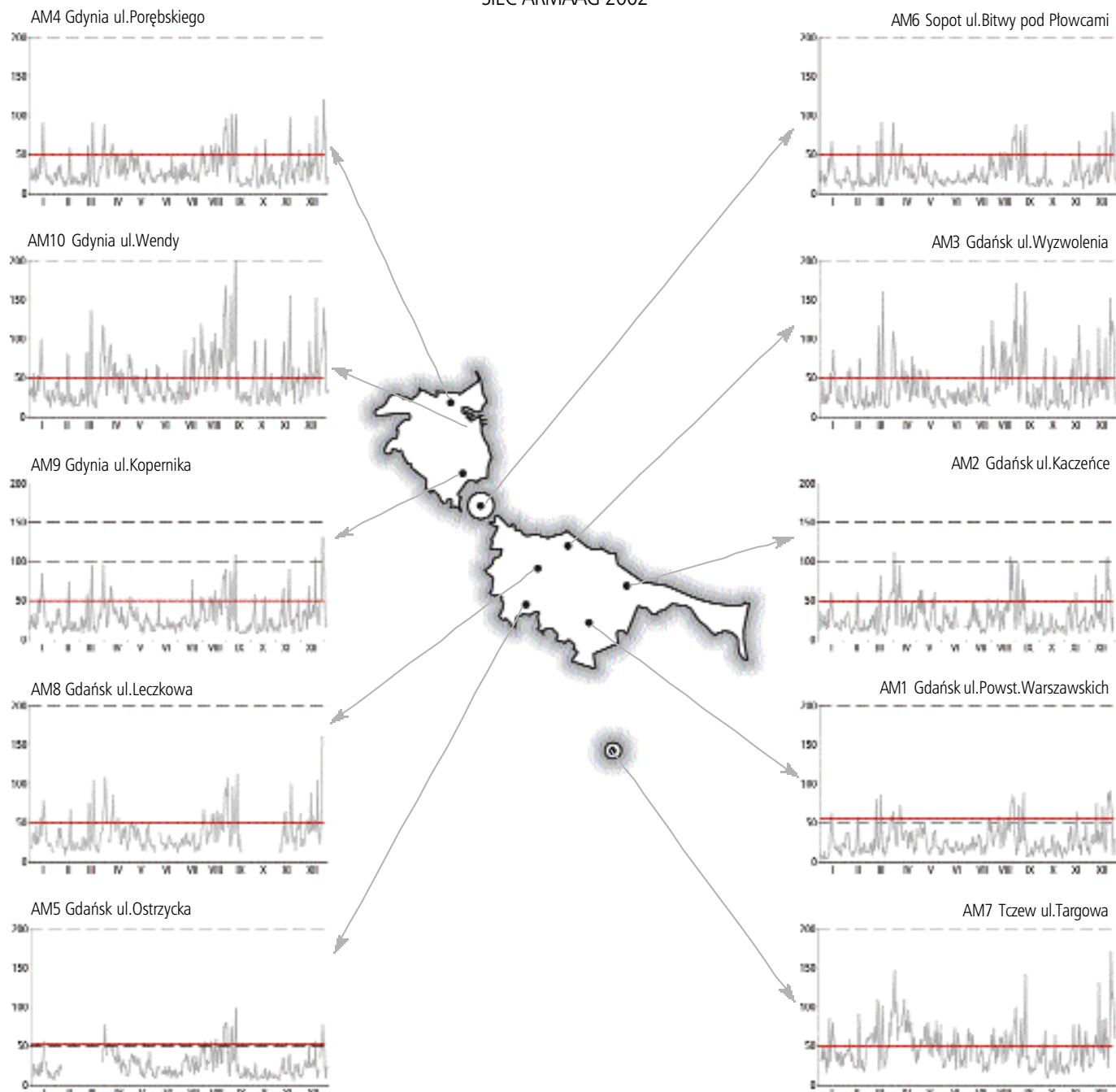


Ryc.24. Pył PM₁₀ - maksymalne wartości stężeń 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Na rycinie 25 przedstawiono uśrednione 24 godzinne przebiegi stężeń pyłu PM₁₀.

Jak wynika z pokazanych przebiegów najdłuższe okresy z dniami poniżej normy dopuszczalnej = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w miesiącach: maj-lipiec, wrzesień-październik. W trzech okresach: marzec, koniec sierpnia-początek września oraz początek i koniec grudnia stężenia notowane przez stację ARMAAG są wyraźnie wyższe. Przyczyną tego stanu rzeczy były warunki meteorologiczne.

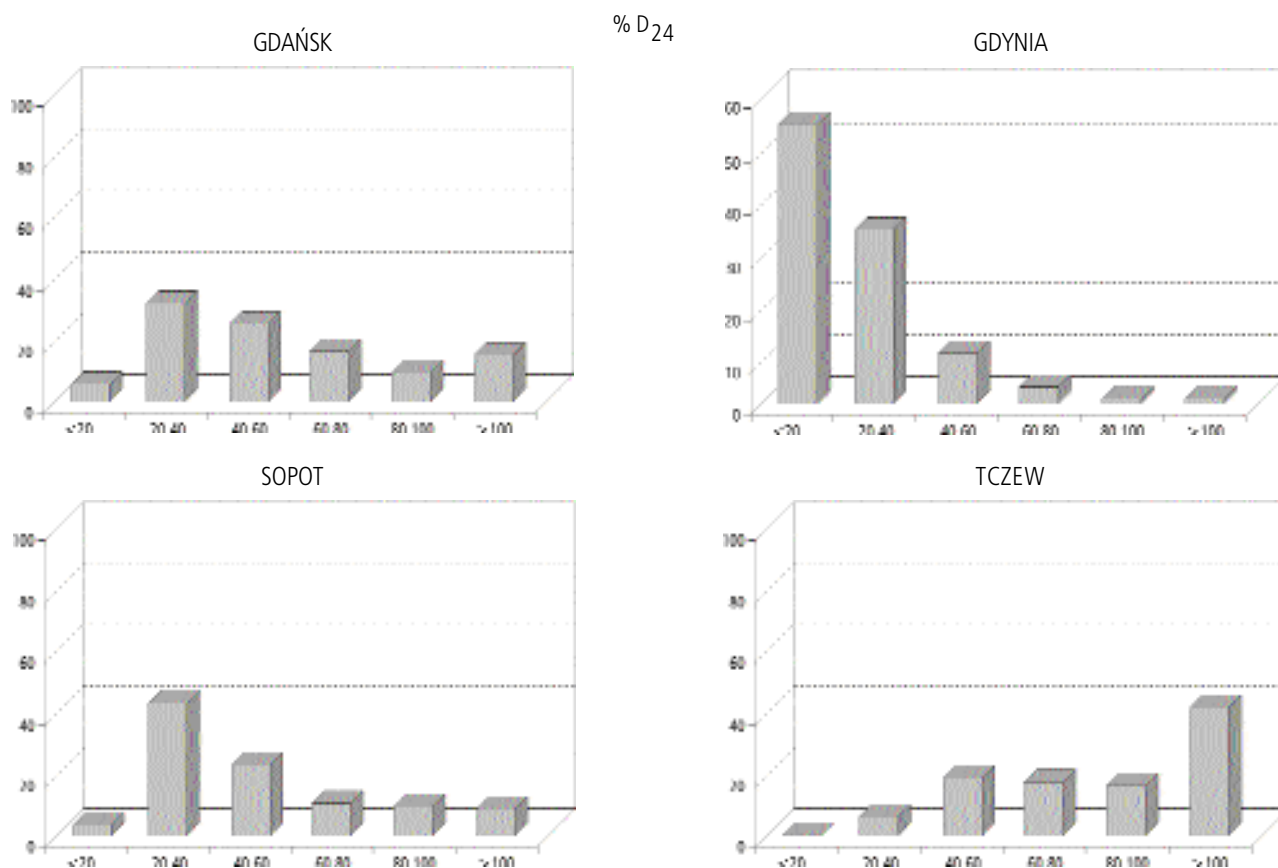
SIEĆ ARMAAG 2002



Ryc.25. Uśrednione średniodobowe przebiegi stężeń PM10 w roku 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Stan zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 zanalizowano obliczając częstość występowania określonych wartości stężeń średniodobowych. Na rycinie 26 i w tabeli 15 przedstawiono częstość występowania określonych stężeń pyłu PM10 o czasie uśredniania 24h.



Ryc.26. Częstość występowania uśrednionych 24h wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 w określonych przedziałach stężeń

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Przedział %D ₂₄	Częstość występowania określonych wartości stężeń [%]			
	Gdańsk	Gdynia	Sopot	Tczew
<20	5.3	53.2	3.4	0.3
20-40	30.9	33.4	44.0	6.1
40-60	24.4	9.3	23.3	18.9
60-80	15.7	2.9	10.8	17.5
80-100	9.0	0.6	9.7	16.4
>100	14.7	0.5	8.8	42.0

Tab.15. Częstość występowania określonych wartości stężeń

Najwięcej wyników mieści się w przedziale od 20-40% normy. Wyników powyżej 100% normy jest aż 66%, przy czym 42% przypada na Tczew, 14,7% na Gdańsk. W Gdyni takich wyników jest zaledwie 0,5%, a w Sopocie 8,8%.

Na podstawie analizy częstości występowania określonych wartości stężeń można stwierdzić, że najlepszy stan powietrza z uwagi na zanieczyszczenie pyłem jest w Gdyni, średni w Gdańsku i Sopocie a niedostateczny w Tczewie.

3.4 Tlenek węgla

Tlenek węgla mierzony był w 6 stacjach ARMAAG przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 48C referencyjną metodą absorpcji w podczzerwieni.

Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano w 72-godzinny cykl kalibracji zera i zadanego stężenia gazu wzorcowego. Interkalibracja wykonana była przez firmę ASTER ZAK Kędzierzyn podczas audytu w lipcu 2002.

Ilość ważnych danych nie spełniała wymagań kompletności serii w przypadku stacji AM5 w okresie grzewczym i w odniesieniu do całego roku.

Stacja	% ważnych danych		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
AM3	99.1	99.4	99.2
AM4	98.9	99.8	99.3
AM5	69.1	90.8	80.0
AM6	99.5	98.7	99.1
AM7	98.5	98.9	98.7
AM8	94.7	96.4	95.6

Tab.16. Kompletność serii pomiarowych tlenku węgla w roku 2002

W roku 2002 zmienione zostały zasady określania dopuszczalnego poziomu stężeń CO. Czas uśredniania dopuszczalnych poziomów stężeń wynosi 8h zgodnie z Rozporządzeniem¹.

¹ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

W chwili obecnej poziom tlenu węgla określa się na podstawie obliczonych wartości jako maksymalną średnią ośmiogodzinną, spośród średnich kroczących, obliczanych co godzinę z ośmiu średnich jednogodzinnych w ciągu doby. Każdą tak obliczoną średnią 8-godzinną przypisuje się dobie, w której się ona kończy; pierwszym okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 17.00 dnia poprzedniego do godziny 01.00 danego dnia; ostatnim okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 16.00 do 24.00 tego dnia.

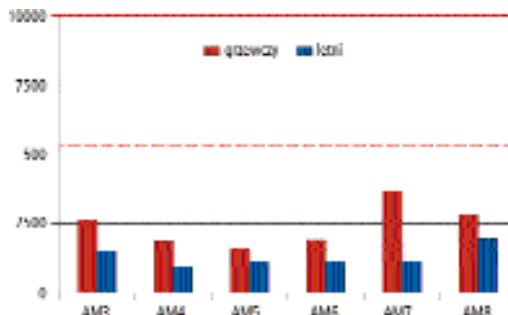
Wartości maksymalnych stężeń 8h w sezonie grzewczym i letnim przedstawiono w tabeli 17 i na rycinie 27. W poszczególnych stacjach w roku 2002 stężenia tlenu węgla przedstawiały się następująco:

Stacja	Stężenia 8h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	sezon grzewczy	sezon letni
AM3 - Gdańsk Nowy Port	2611.4	1456.5
AM4 - Gdynia Pogórze	1840.5	904.4
AM5 - Gdańsk Szadółki	-	1129.2
AM6 - Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	1841.8	1113.1
AM7 - Tczew ul.Targowa	3664.2	1114.6
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	2768.8	1885.0
Dopuszczalny poziom tlenu węgla w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	obszar uzdrowisko	10000 5000

Tab.17. Tlenek węgla - maksymalne stężenia 8h w sezonach

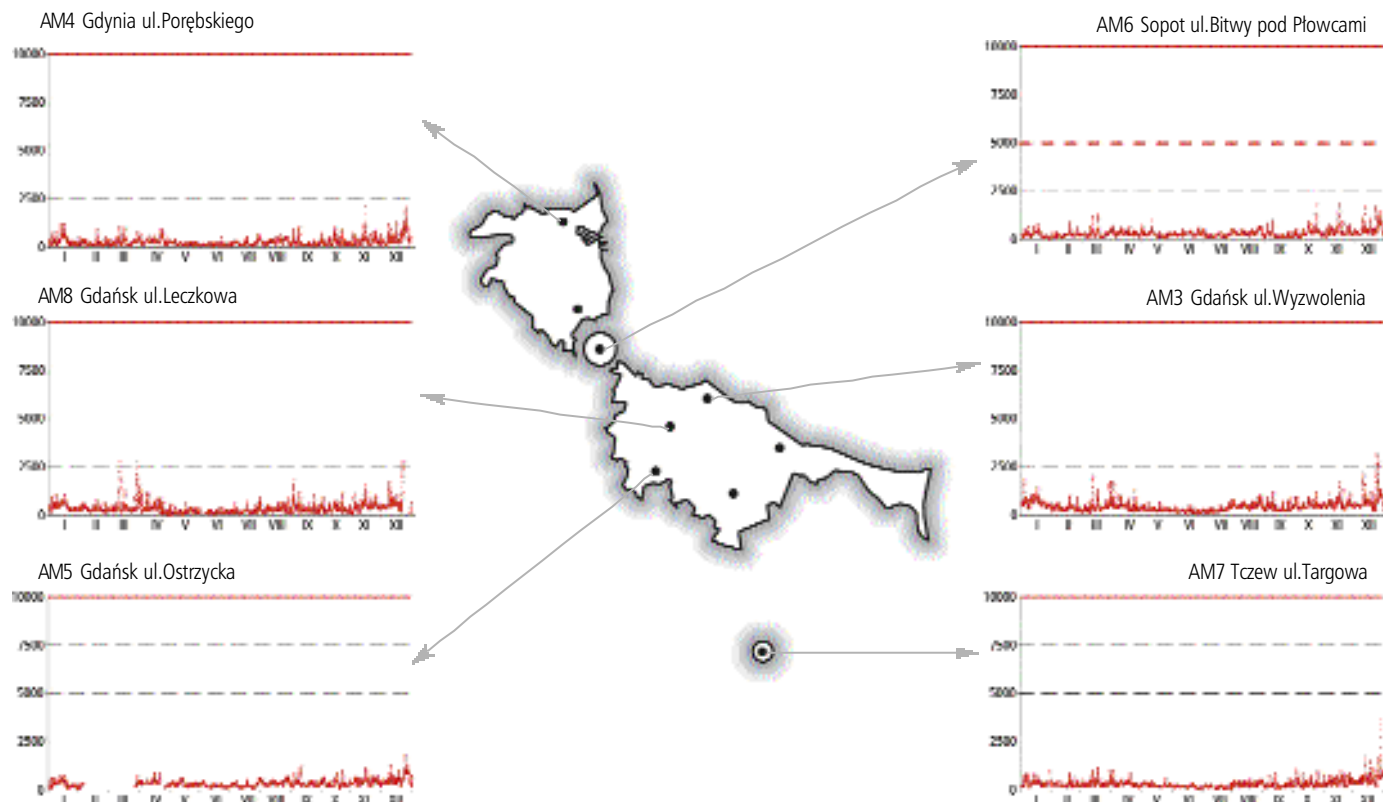
Maksymalne 8h stężenia tlenu węgla były niższe od wartości dopuszczalnych i osiągały poziom od 9% (AM 4) do 36,5% (AM 6,7) wartości dopuszczalnych.

We wszystkich stacjach pomiarowych stężenie tlenu węgla w okresie grzewczym było od 1,5 do 3 razy wyższe niż w okresie letnim. Świadczy to o pochodzeniu tlenu węgla ze źródeł energetycznych.



Ryc.27. Maksymalne 8h stężenia tlenu węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

SIEĆ ARMAAG 2002



Ryc.28. Przebiegi dobowe stężeń tlenku węgla w miesiącach w roku 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Na rycinie 28 przedstawiono uśrednione przebiegi dobowe w poszczególnych stacjach w kolejnych miesiącach roku 2002.

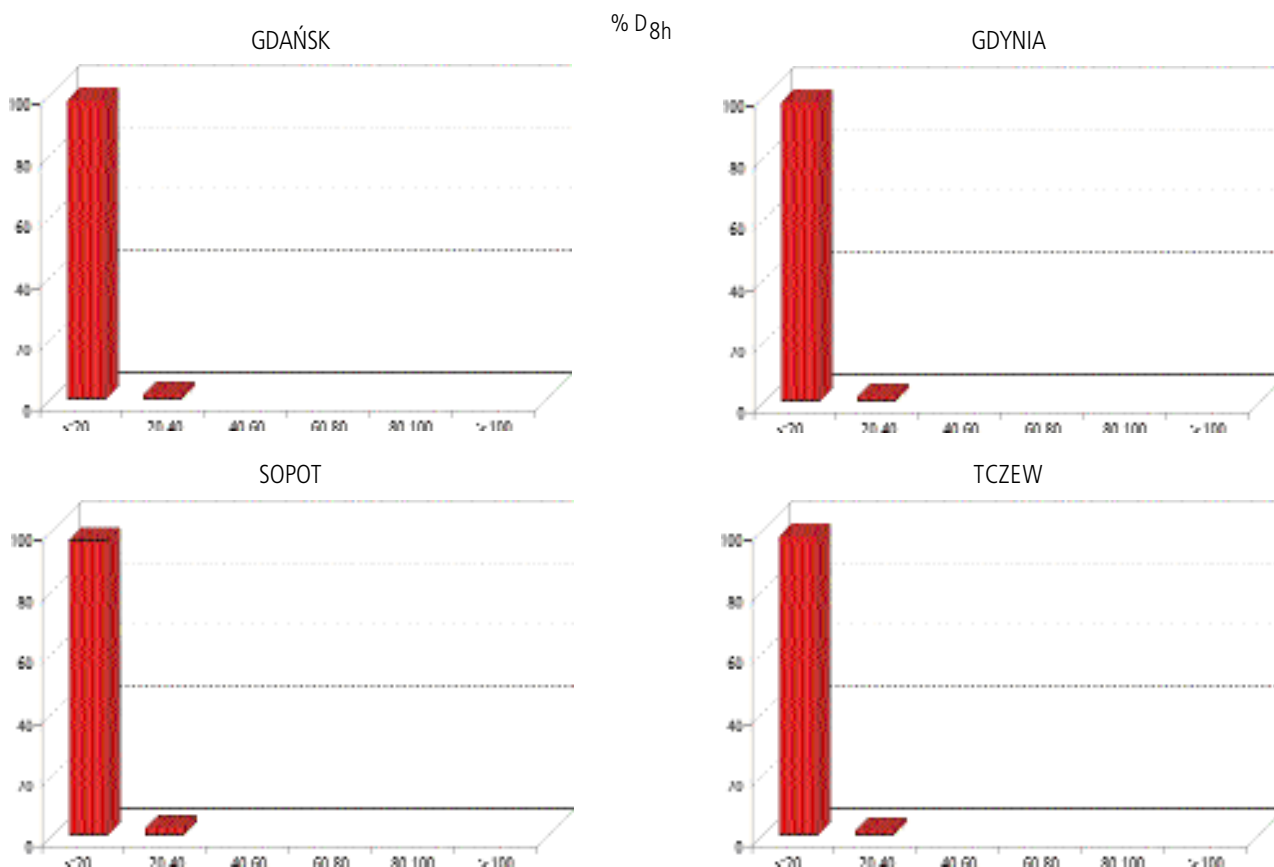
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Najwyższe poziomy stężenie 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 EC II.

Podobnie jak w przypadku innych zanieczyszczeń wyraźny wzrost stężeń odnotowano w grudniu, gdy temperatura powietrza spadła do -18°C .

Na rycinie 29 przedstawiono procentowe udziały wartości stężeń 8-godzinnych w poszczególnych miastach.

Na obszarze objętym pomiarami sieci ARMAAG najwięcej wyników mieści się w zakresie do 20% normy - 98,3%, 1,7% wyników do 40% normy notuje się w Sopocie, w Gdańsku 0,3%, w Tczewie 0,1%. W Gdyni stężenia tlenu węgla mieszczą się całkowicie w przedziale do 20% normy.



Ryc.29. Częstość występowania 8h stężeń tlenu węgla w określonych przedziałach wartości

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.5 Zanieczyszczenia specyficzne

3.5.1 Ozon

Pomiary ozonu i jego prekursorów są ważnym elementem badań trendów regionalnych i globalnych zmian klimatycznych. Wymagania dotyczące pomiarów ozonu, okresów uśredniania, wartości stężeń alertowych i alarmowych zawarte są w Rozporządzeniach MŚ z dnia 6 czerwca 2002. W Unii Europejskiej sprawuje te normuje dyrektywa 92/72/EEC.

Najważniejszym czynnikiem wywierającym wpływ na stężenie ozonu w warstwie przyziemnej są tlenki azotu, węglowodory i tlenek węgla. Formowaniu ozonu sprzyja wysoka temperatura, duże nasłonecznienie i duża wilgotność powietrza.

Substancje, które przyczyniają się do powstawania ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery cytujemy za Rozporządzeniem¹.

Substancje które przyczyniają się do tworzenia ozonu przyziemnego w powietrzu:

tlenki azotu, tlenek węgla, etan, etylen, acetylen, propan, propylen, butan, i-butan, 1-buten, trans-2-buten, cis-2-buten, 1,3-butadien, pentan, i-pentan, 1-penten, 2-penten, izopren, heksan, i-heksan, heptan, oktan, i-oktan, benzen, toluen, etylobenzen, m+p-ksylen, o-ksylen, 1,2,4-trimetylobenzen, 1,2,3-trimetylobenzen, 1,3,5-trimetylobenzen, formaldehyd, węglowodory inne niż metan ogółem

W roku 2002 pomiary ozonu wykonywane były zgodnie z programem Państwowego Monitoringu Środowiska i sieci EOINET w czterech stacjach sieci ARMAAG: AM3 Gdańsk Nowy Port, AM5 Gdańsk Szadółki, AM4 Gdynia Pogórze i AM9 Gdynia Redłowo.

Analizatory dwukrotnie przechodziły audyt interkalibracyjny: przed i po sezonie letnim.

Kompletność serii pomiarowych po wykonaniu procedur walidacji wynosiła:

Stacja	Kompletność serii %		rok
	sezon letni	sezon grzewczy	
AM3 - Gdańsk Nowy Port	99.2	99.5	99.3
AM4 - Gdynia Pogórze	98.9	99.8	99.3
AM5 - Gdańsk Szadółki	70.7	90.1	80.4
AM9 - Gdynia Redłowo	90.8	99.4	95.1

Tab.18. Kompletność serii pomiarowych ozonu w roku 2002

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.

¹Rozporządzenie MS z dnia 6 czerwca 2002 w sprawie dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji

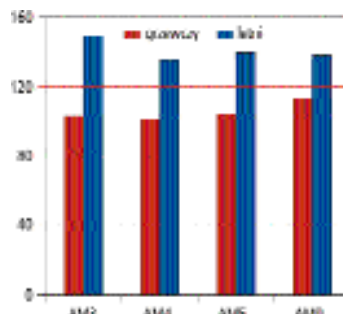
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

W sezonie grzewczym stężenia 8-godzinne obliczone ze stężeń krocących nie przekraczały normy dopuszczalnej = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W sezonie letnim wystąpiło łącznie 17 dni ze stężeniem ozonu powyżej poziomu dopuszczalnego.

Maksymalne wartości stężeń ozonu 1h i 8h obliczonych ze stężeń krocących w roku 2002 przedstawiono w tabeli 19 i na rycinie 30.

Stacja	Okres grzewczy		Okres letni	
	1-godzinne	8-godzinne	1-godzinne	8-godzinne
AM3 - Gdańsk Nowy Port	106.6	102.9	163.9	149.2
AM4 - Gdynia Pogórze	115.3	101.5	148.5	135.1
AM5 - Gdańsk Szadółki	116.5	104.3	150.2	139.8
AM9 - Gdynia Redłowo	124.6	112.9	152.0	138.3
Dopuszczalny poziom ozonu w powietrzu [µg/m³]	8 godzinna krocząca 120	1h- próg informowania społeczeństwa 180	1h -wartość alarmowa 240	
Dopuszczalna częstość przekraczania dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	60			
Liczba przekroczeń w ciągu roku kalendarzowego	17			

Tab.19. Maksymalne wartości stężeń ozonu w roku 2002



Ryc.30. Maksymalne stężenia 8h ozonu w sezonie letnim i grzewczym

Istotne są również rozkłady poziomów stężeń w przebiegu dobowym. Przedstawiono je na rycinie 31.

Zarówno w Gdańsku jak i w Gdyni poziomy stężenie ozonu w określonych przedziałach stężeń są podobne. Jak pokazano na rycinie 32 przeważająca ilość stężeń osiąga wartości do 80% normy.

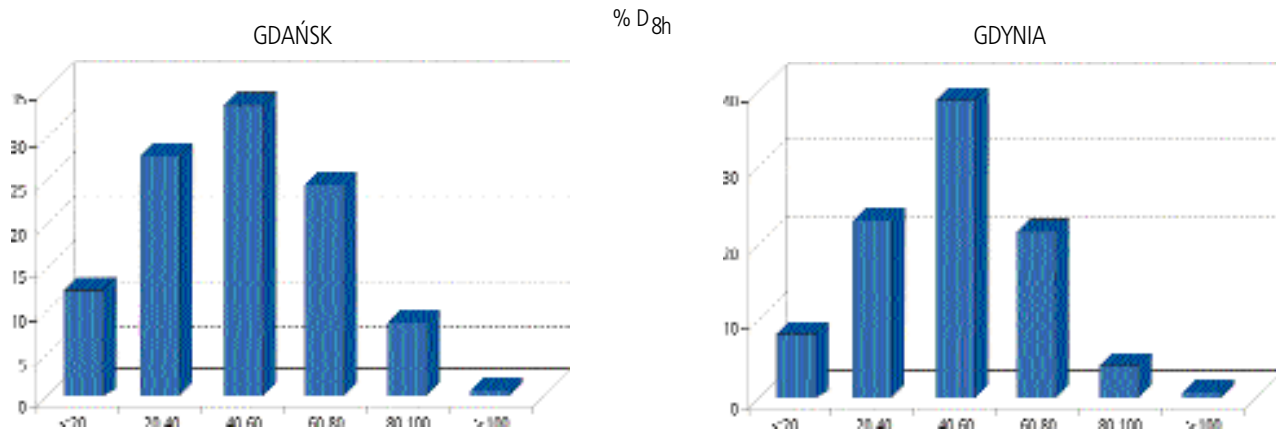
W raporcie EEA "Air pollution by ozone in Europe in summer 2002" podano, że poziomy stężenie w Polsce, w tym i aglomeracji gdańskiej były niższe niż odnotowane w innych krajach Europy i kandydujących do UE.

SIEĆ ARMAAG 2002

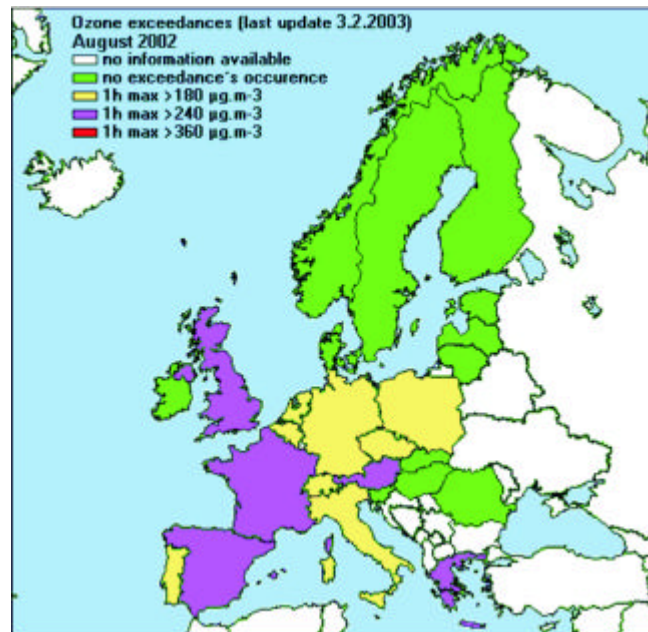


Ryc.31. Przebiegi dobowe stężeń ozonu w poszczególnych miesiącach w roku 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.32. Częstość występowania określonych poziomów stężeń ozonu w roku 2002 w odniesieniu do wartości 8h kroczących



Ryc.33. Poziomy stężeń ozonu w Europie - lato 2002 ³

³ Topic Report 6/2002-EEA

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

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

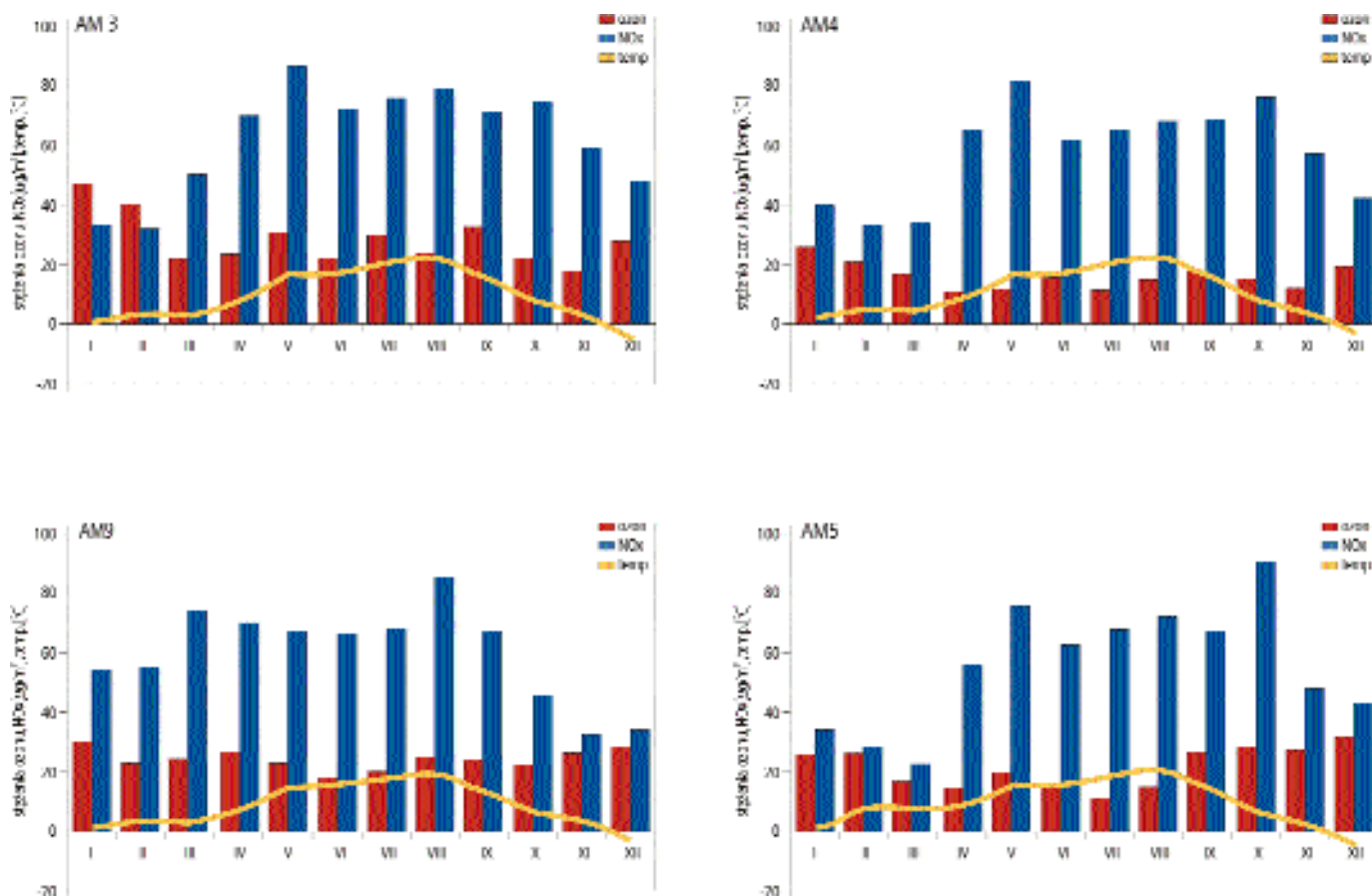


Ryc.34. Przeciętne dzienne przebiegi stężeń 1h ozonu, NO_x i temperatury
na stacjach Gdańsk Nowy Port, Gdańsk Szadółki i Gdynia Pogórze oraz Gdynia Redłowo roku 2002

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

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Uśrednione stężenia ozonu, tlenków azotu i temperatury na stacjach sieci ARMAAG pokazano na rycinie poniżej:



Ryc.35. Średnie wartości miesięczne stężeń ozonu, NO_x i temperatury na stacjach sieci ARMAAG w roku 2002

Na zamieszczonych wykresach można zauważyć wzrost stężeń ozonu w sierpniu, kiedy zanotowano najwyższe maksymalne temperatury dobowe.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.5.2 Dwutlenek węgla

Dwutlenek węgla mierzony był w 2 stacjach ARMAAG przy użyciu analizatora firmy Thermo Environmental model 48C referencyjną metodą absorpcji w podczerwieni.

Poprawność wskazań analizatorów kontrolowano w 72-godzinny cykl kalibracji zera i zadanego stężenia gazu wzorcowego. Interkalibracja wykonana była przez firmę ASTER ZAK Kędzierzyn podczas audytu w lipcu 2002.

Ilość ważnych danych wyniosła ponad 98% zarówno w przypadku serii rocznej jak i obu sezonów: grzewczego i letniego.

W tabeli zestawiono wyniki pomiarów średniorocznych i maksymalnych: 24h i 1h.

Stacja	Stężenie [mg/m ³]		
	średnioroczne	maksymalne 24h	maksymalne 1h
AM3 - Gdańsk Nowy Port	816,5	904,7	1052,3
AM4 - Gdynia Pogórze	670,6	732,9	867,8

Tab.20. Stężenia dwutlenku węgla w roku 2002

W porównaniu z rokiem 2001 średnioroczne stężenia minimalnie wzrosły (o około 1%).

3.5.3 Benzen, toluen, ksylen

Pomiary węglowodorów aromatycznych prowadzone są w stacji nr 10 w Gdyni przy ul. Wendy w rejonie oddziaływania emisji z terenów stoczniowych i portowych.

Jako metodę referencyjną Rozporządzenie¹ określa manualny pobór próby i oznaczanie chromatograficzne.

Pomiary BTX w Gdyni-Śródmieściu wykonywane są automatycznie przy pomocy analizatora BTX - MONITOR CHROMPACK CP7001. Zasadą działania tego urządzenia jest detekcja płomieniowo-jonizacyjna (FID). Pomiary odbywają się w zakresie od 1 µg/m³ do 150 µg/m³. Ten rodzaj pomiaru jest zgodny z bieżącymi regulacjami Unii Europejskiej dotyczącymi BTX.

Kompletność serii pomiarowej dla poszczególnych substancji przedstawiono w tabeli 21.

Jedyną substancją, dla której określony był w roku 2002 dopuszczalny poziom odniesienia jest benzen.

Normowane jest jego stężenie średnioroczne, które wynosi:

dla obszarów - 5 µg/m³

dla uzdrowisk - 4 µg/m³

Stacja	% ważnych danych		rok
	sezon grzewczy	sezon letni	
benzen	77.1	76.7	76.9
toluen	79.1	78.6	78.8
m-ksylen	78.7	78.6	78.7
p-ksylen	79.3	78.6	78.9
o-ksylen	79.3	78.6	78.9
etylobenzen	30.3	62.3	46.4

Tab.21. Kompletność serii pomiarowych analizator BTX

¹ Rozporządzenie MŚ z 6 czerwca 2002

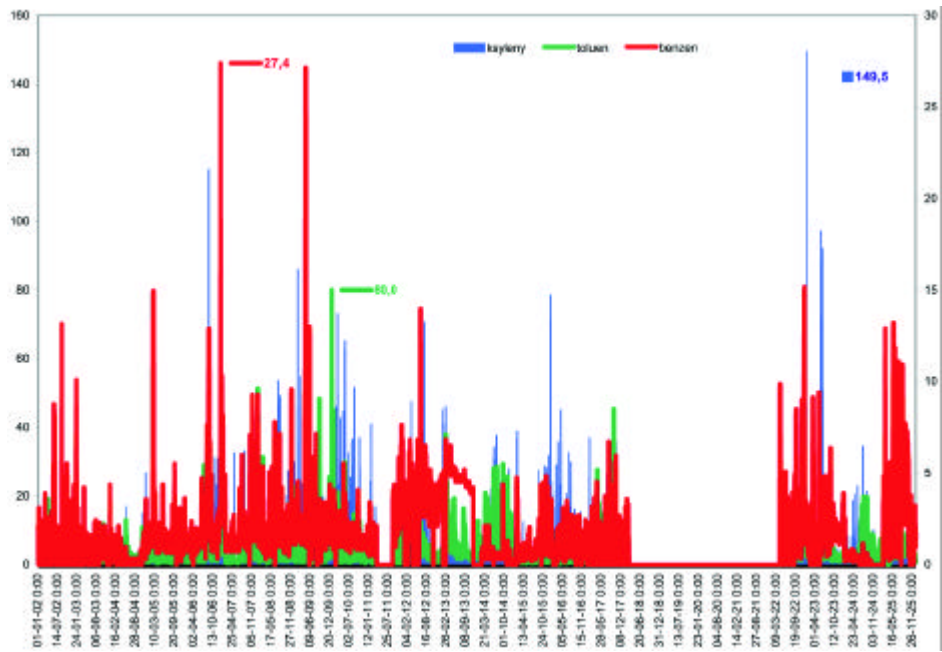
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

Wyniki pomiarów substancji oznaczanych zestawiono w tabeli 22.

Zanieczyszczenie	Stężenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] średnioroczne
	średnioroczne	max 1h	
Benzen	2.0	24.7	5
Toluen	3.9	80.1	
Ksyleny	4.0	149.5	

Tab.22. Wyniki pomiarów BTX

Stężenia maksymalne toluenu i ksylenów występowały najczęściej przy kierunkach wiatrów z północnego wschodu lub północnego zachodu. Są to rejony lokalizacji Stoczni Gdynia S.A i Stoczni Marynarki Wojennej oraz Stoczni Nauta S.A.



Ryc.36. Roczne przebiegi stężeń 1h benzenu, toluenu i ksylenów na stacji AM10

W przypadku benzenu i toluenu maksymalne stężenia 1h nie przekraczały rekomendowanych wartości odniesienia (odpowiednio 30 i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), natomiast stężenia ksylenu wartość taką (również 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) osiągały kilkakrotnie.

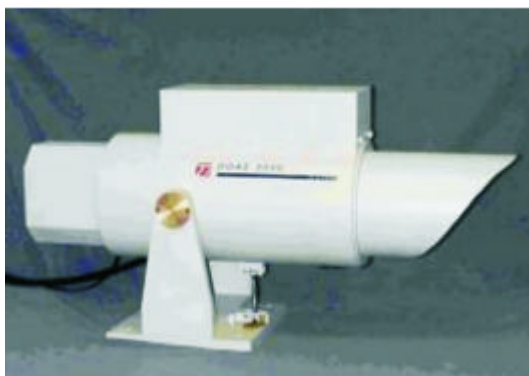
3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ

3.6 Zanieczyszczenia komunikacyjne

Pomiar zanieczyszczeń powietrza przy pomocy urządzenia DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy-Różnicowo-Absorpcyjnego Optycznego Spektroskopu) polega na porównaniu spektrum wzorcowej wiązki światła o ustalonej intensywności ze spektrum wiązki światła po przebyciu ściśle określonej odległości przez badane środowisko atmosferyczne. Światło przechodząc przez atmosferę zmienia swoją charakterystykę w zależności od składu i poziomu zanieczyszczeń. Każda występująca w powietrzu substancja pozostawia w charakterystyce spektralnej swój własny "ślad", dzięki czemu porównując otrzymany obraz spektrum z wzorcowym można bardzo dokładnie określić skład powietrza i zawartych w nim zanieczyszczeń. Ponieważ czułość systemu jest bardzo duża, wiązka światła może przebyć odległości przekraczające kilkaset metrów.

Cały system pomiarowy DOAS składa się z:

- generatora wiązki światła (projektora) i odbiornika wiązki światła, które zabudowane są w jednym urządzeniu wraz z przyrządami testującymi i kalibrującymi dopasowującymi poszczególne części składowe układu pomiarowego,
- spektrometru, który odbiera i rozprasza wiązkę światła,
- lustra, które jest zaprojektowane w taki sposób, aby wiązka światła była odbijana dokładnie w przeciwnym kierunku, równoległe do przychodzącej wiązki, zwierciadło składa się z precyzyjnie osadzonych wklęsłych odbłaskowych powierzchni zamocowanych w małej szczelnej obudowie,
- komputera, który odczytuje, przetwarza, interpretuje, wyświetla i archiwizuje przetworzone dane.



generator i odbiornik wiązki światła



lustro

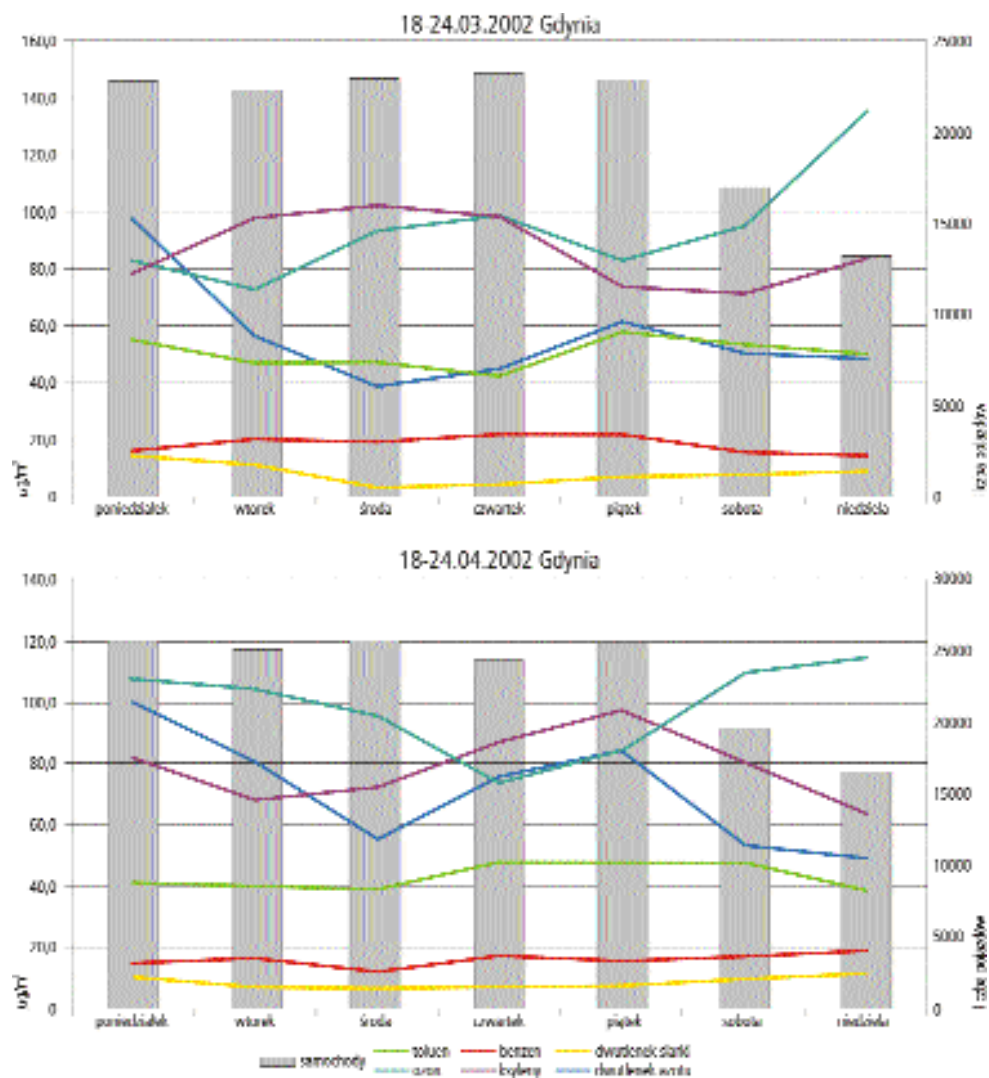
Ryc.37. Urządzenie DOAS 2000

Fundacja ARMAAG wykonywała dwie serie pomiarowe przy użyciu DOAS 2002. Pierwszą serię wykonano w roku 2001 od maja do września w bardzo obciążonym ruchem samochodowym centrum Gdańska Wrzeszcza. Drugą serię wykonano w Gdyni w roku 2002 od marca do maja na skrzyżowaniu ul.Świętojańskiej i Alei Marszałka Piłsudskiego.

Podczas obu serii pomiarowych wykonywane były pomiary natężenia ruchu.

Wyniki pomiarów wykonanych techniką DOAS w Gdyni pokazano na rycinie 38.

3. WYNIKI POMIARÓW STĘŻEŃ ZANIECZYSZCZEŃ



Ryc.38. Stężenia zanieczyszczeń na skrzyżowaniu ul.Świętojańskiej i Marszałka Piłsudskiego w czasie kampanii pomiarowej marzec-kwiecień 2002

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

Ocena jakości powietrza dokonywana jest na podstawie zmierzonych stężeń w odniesieniu do obowiązujących norm dyspozycyjnych oraz obliczonych parametrów statystycznych.

O jakości powietrza na danym obszarze decyduje średni poziom stężeń zanieczyszczeń w okresie doby, sezonu, roku.

W roku 2002 wprowadzone zostały nowe normy dopuszczalne oraz inne czasy uśredniania poziomów stężeń. W Polsce, w chwili obecnej, jako poziomy kryterialne przyjmuje się stężenia średnioroczne, 24h, 8h kroczące i 1h z uwzględnieniem częstości ich występowania.

Normy te są adekwatne do norm obowiązujących w Unii Europejskiej. Porównanie wielkości stężeń przyjętych jako dopuszczalne w różnych krajach Europy oraz innych organizacjach jest dostępne na stronie internetowej Fundacji <http://www.armaag.gda.pl/normy>.

Jakość powietrza w aglomeracji gdańskiej i w Tczewie w roku 2002 oceniano na podstawie kompletnych serii pomiarowych z sieci ARMAAG.

Pomiary wykonywane były zgodnie z planem zapewnienia jakości, którego integralną część stanowią wymagania odnośnie precyzji i dokładności wykonania pomiaru.

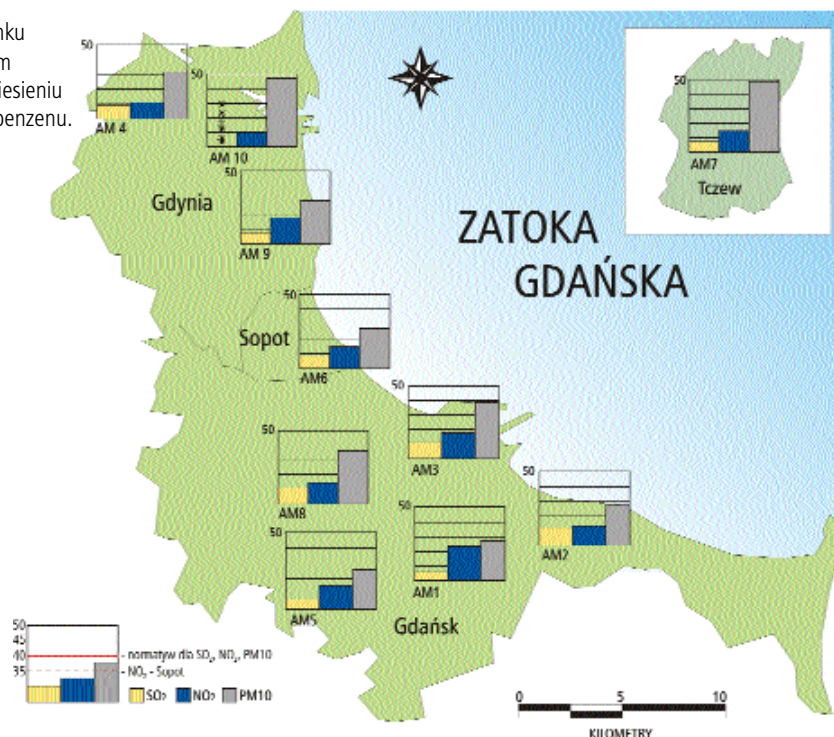
Porównano otrzymane wartości stężeń z dostępnymi informacjami z sieci Airparif.

4.1 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm średniorocznych

W roku 2002 kryteria czystości powietrza w stosunku do norm średniorocznych dotrzymane były na całym obszarze aglomeracji gdańskiej i w Tczewie w odniesieniu do dwutlenku siarki, dwutlenku i tlenków azotu¹, benzeny. Dla tych substancji średnioroczne wartości stężeń osiągały poziomy dla:

- dwutlenku siarki od 14,8% na stacji AM1 do 30,3% na stacji AM2
- dwutlenku azotu od 25% na stacji AM10 do 58,7% na stacji AM1
- tlenków azotu od 36,4% na stacji AM4 do 99,1% na stacji AM1
- benzeny 40% na stacji AM10

Ryc.39. Średnioroczne wartości stężeń na stacjach sieci ARMAAG w roku 2002



¹ Ze względu na ochronę roślin

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

Stężenia pyłu PM10 mierzonego metodami równoważnymi dla metody wskazywanej jako referencyjna przekraczały poziom dopuszczalny w dwóch stacjach: w stacji nr 10 w Gdyni o 18%, w stacji nr 7 w Tczewie o 20,5%. W pozostałych stacjach wartości stężeń pyłu PM10 wynosiły od 64,3% na stacji AM4 do 90,6% na stacji AM3.

Średnioroczne wartości stężeń pokazano na rycinie 49.

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 23.

Miasto	% stężenia dopuszczalnego D _a		
	dwutlenek siarki	dwutlenek azotu	pył PM10
GDAŃSK	b.dobry	b.dobry	dostateczny
GDYNIA	b.dobry	b.dobry	dostateczny / zły
SOPOT	b.dobry	dobry	dostateczny
TCZEW	b.dobry	b.dobry	zły
Norma [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
obszar	40	40	40
uzdrowisko	40	35	40

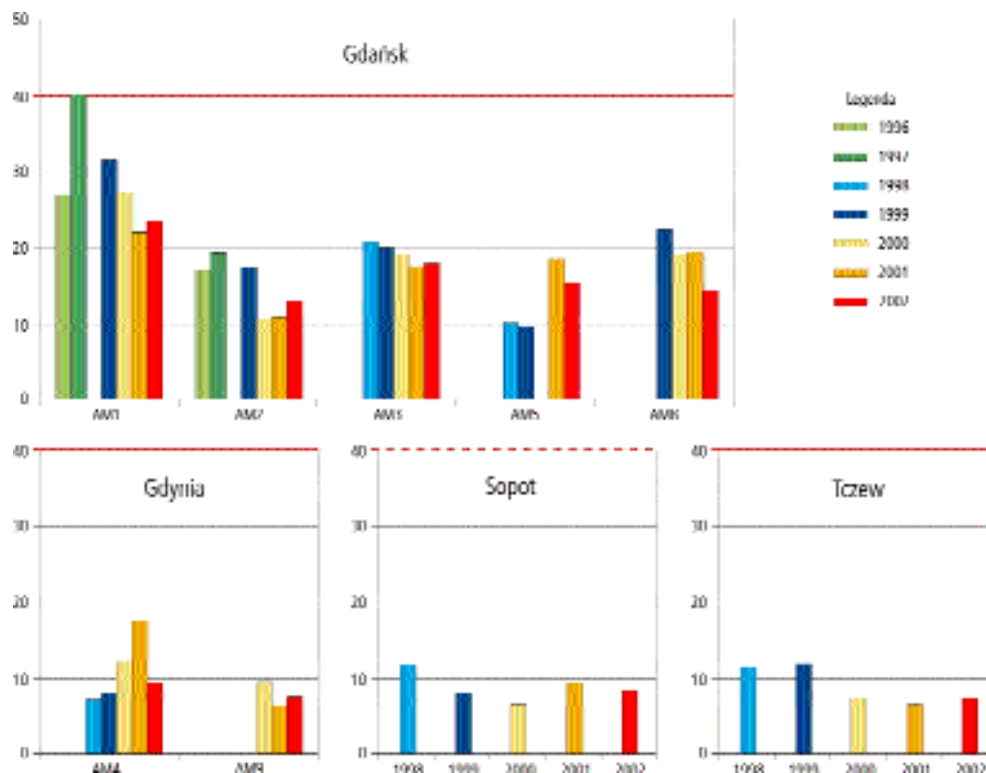
Tab.23. Ocena jakości powietrza na podstawie wartości stężeń średniorocznych

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 dobra i bardzo dobra
- w dalszym ciągu niekorzystna jest sytuacja w przypadku pyłu PM10, gdzie we wszystkich miastach odnotowano poziom zanieczyszczenia dostateczny, występują także oceny złe.

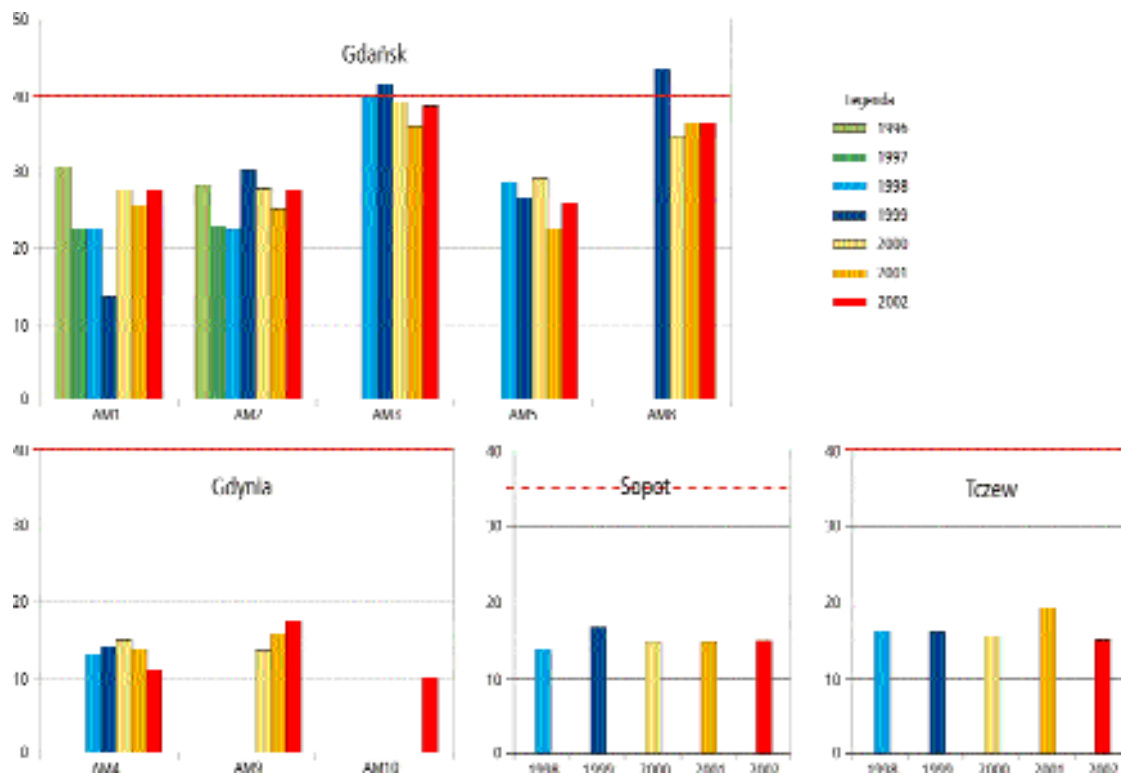
Zmiany stężeń średniorocznych dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i pyłu PM10 w latach 1996 - 2002 w poszczególnych miastach przedstawiono na poniższych rycinach:

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE



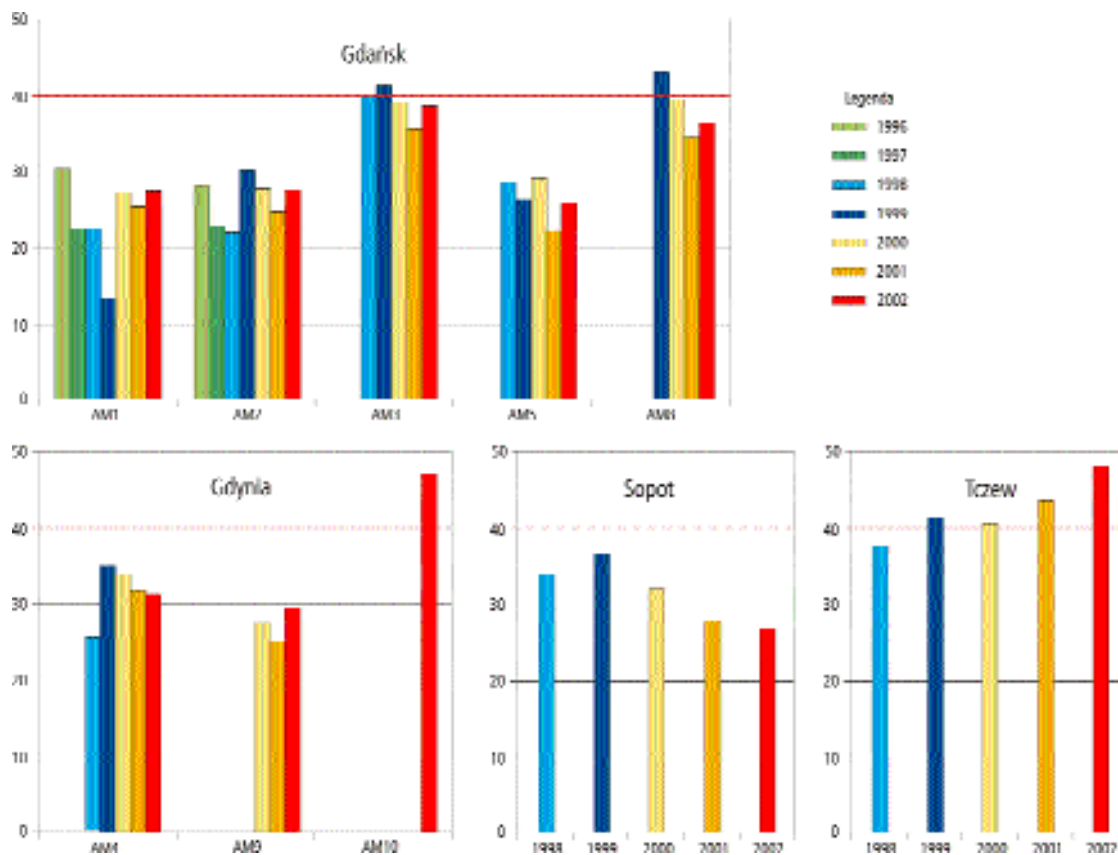
Ryc.40. Zmiany średniorocznych stężeń dwutlenku siarki w okresie 1996 - 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE



Ryc.41. Zmiany średniorocznych stężeń dwutlenku azotu w okresie 1996 - 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE



Ryc.42. Zmiany średniorocznych stężeń pyłu PM10 w okresie 1996 - 2002 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Analizując przedstawione wykresy można stwierdzić, iż na przestrzeni lat 1996 - 2002 zaobserwowano generalnie spadek stężeń średniorocznych dwutlenku siarki. Stężenia dwutlenku azotu i pyłu PM10 ulegają niewielkim wahaniom na poziomie 60-95% normy, przekraczając ją w przypadku pyłu w Tczewie i na stacji AM10 w Gdyni.

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

4.2 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:

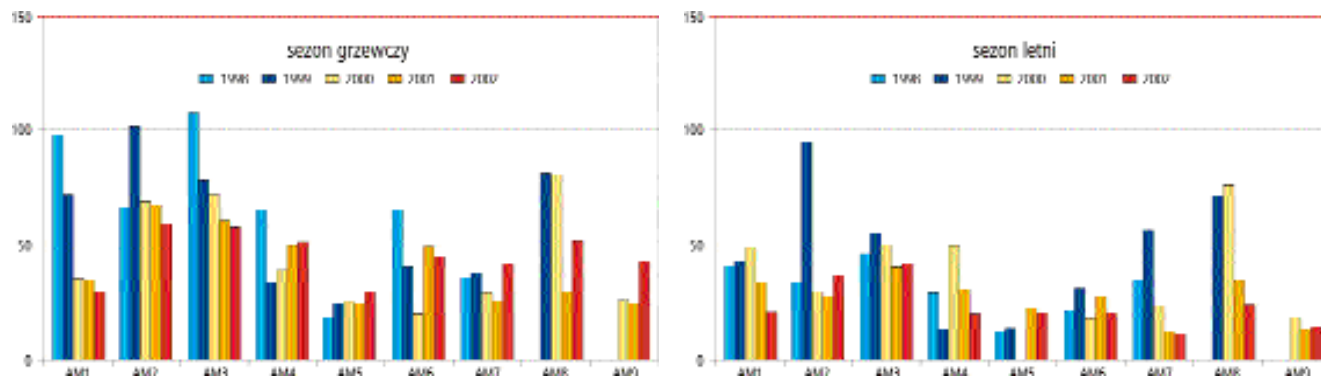
- w aglomeracji 133
- w Tczewie 146
- przy ilości tolerowanej 35

Wyników wyższych niż norma $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano :

- na terenie Gdańska 14,7%
- w Gdyni 0,5%
- w Sopocie 8,8%
- w Tczewie 42%.

Przekroczenia stężeń odnotowano na wszystkich stacjach.

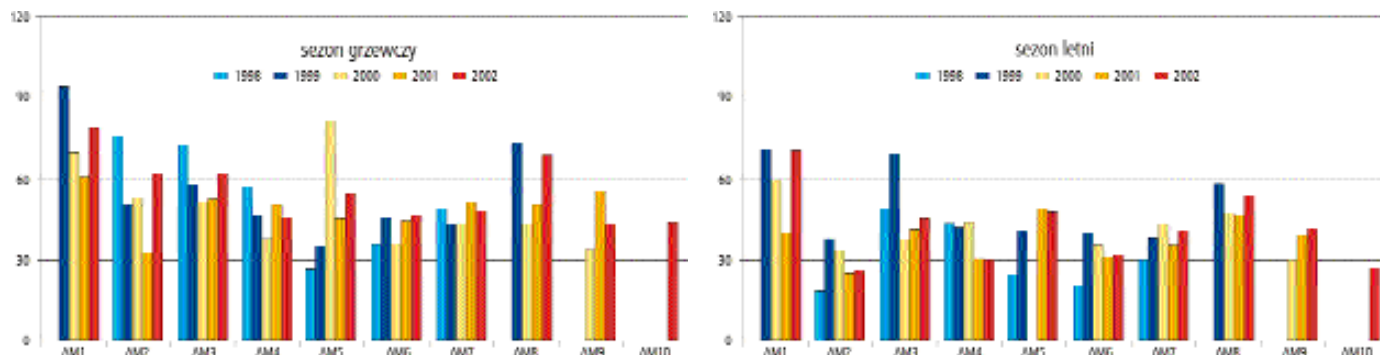
Odnotowane maksymalne stężenia średniodobowe w latach 1998-2002 przedstawiono na rycinach 53-55.



Ryc.43. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku siarki w latach 1998-2002

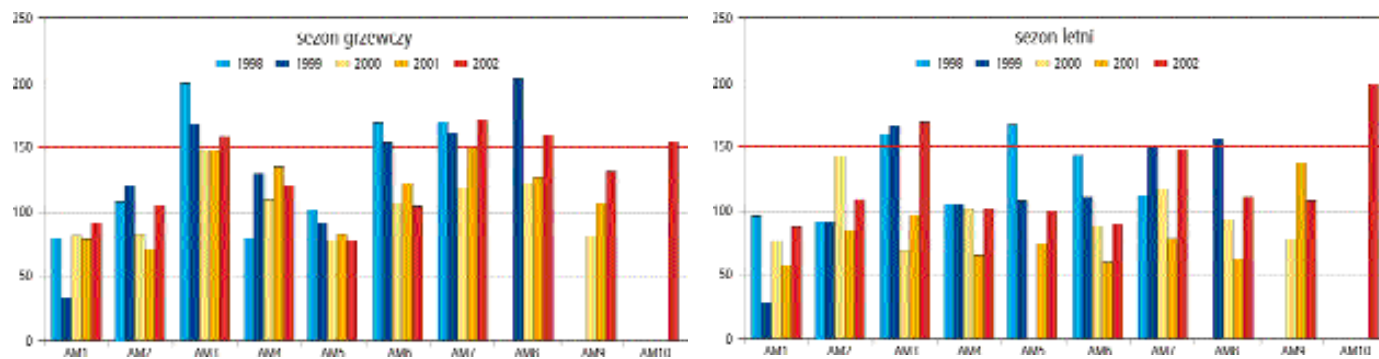
Jak można zauważyć na większości stacji wartości maksymalnych stężeń 24h dwutlenku siarki na przestrzeni lat spadały zarówno w okresie grzewczym jak i letnim. Sygnalizuje to trwałą poprawę jakości powietrza w odniesieniu do tego zanieczyszczenia.

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE



Ryc.44. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku azotu w latach 1998-2002

W latach 1999 - 2001 można zaobserwować obniżenie poziomu maksymalnych stężeń średniodobowych dwutlenku azotu. W roku 2002 maksymalne stężenia 24h były wyższe za wyjątkiem stacji AM4 i AM9 w sezonie grzewczym. W sezonie letnim wartości maksymalne były wyższe na wszystkich stacjach. Fakt ten potwierdza wpływ emisji NO_2 z komunikacji na stan powietrza.



Ryc.45. Zmiany maksymalnych stężeń średniodobowych pyłu PM10 w latach 1998-2002

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

Systematyczne obniżanie wartości 24h stężeń maksymalnych pyłu PM10 można zaobserwować na stacji AM6 w Sopocie. Na pozostałych stacjach wartości te nie ulegają większym zmianom, a w kilku przypadkach przekraczają wartość dopuszczalną. Sytuacja w zakresie zanieczyszczenia powietrza w aglomeracji pyłem PM10 w odniesieniu do normowych wartości 24h nie jest zadowalająca.

Średniodobowe stężenia dwutlenku siarki w 2002 roku nie były przekraczane. Najwyższe stężenie równe $59,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w okresie grzewczym na stacji AM2 w Gdańsku Stogach. Stacja zlokalizowana jest w rejonie oddziaływania emisji z ogrzewania indywidualnego, kotłowni osiedlowej Zawisłańska, a także przy wiatrach z kierunków wschodnich w strefie wpływu Rafinerii Gdańskiej.

W 2002 maksymalne średniodobowe stężenia dwutlenku azotu wyniosło $78,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji AM1 przy ul. Powstańców Warszawskich. Od roku 2002 24h stężenia NO_2 nie są normowane.

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} . Odnosząc się do wartości percentyla należy stwierdzić, że na terenie aglomeracji i w Tczewie percentyl dla dwutlenku siarki nie był wyższy niż norma, natomiast dla pyłu PM10 percentyl 97,8 był przekraczany we wszystkich stacjach, zaś 90,1 był niższy od tolerowanego jedynie w stacji nr 5 i 6.

Stacja	Wartość percentyla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	Dwutlenek siarki percentyl 98,9	Pył PM10 percentyl 90,1	percentyl 97,8
AM1 - Gdańsk Śródmieście	21.0	51.8	79.0
AM2 - Gdańsk Stogi	40.1	52.2	81.9
AM3 - Gdańsk Nowy Port	41.7	81.2	116.6
AM4 - Gdynia Pogórze	34.2	55.4	89.7
AM5 - Gdańsk Szadółki	20.2	47.1	74.7
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	34.8	48.8	76.5
AM7 - Tczew ul.Targowa	26.3	79.7	109.2
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	32.1	61.5	96.6
AM9 - Gdynia Redłowo	32.1	54.7	87.9
AM10 - Gdynia Śródmieście		87.8	136.7
Dopuszczalny poziom w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	dwutlenku siarki PM10		150 40

Tab.24. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych wyników 24h

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

4.3 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 8h

W roku 2002 zgodnie z ustawodawstwem Unii wprowadzono jako dopuszczalne stężenia 8h kroczące.

Normowane w ten sposób są tlenek węgla i ozon .

W sieci ARMAAG w roku 2002 dopuszczalny poziom dla tlenku węgla nie był przekraczany. Maksymalne stężenie odnotowane w stacji nr 8 w sezonie grzewczym wyniosło $2768,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tj. 27,7% normy. W stacji AM6, dla której obowiązuje norma 5000 maksymalne stężenie tlenku węgla w okresie grzewczym wyniosło $1841,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na wszystkich stacjach, w których mierzony był ozon występowały przekroczenia dopuszczalnej normy 8-godzinnej w okresie letnim, jednakże z tolerowaną częstotliwością. Liczba przekroczeń w ciągu roku wyniosła 17 przy dopuszczalnej = 60.

Maksymalne stężenie = $149,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano na stacji AM3 w Gdańsku Nowym Porcie.

4.4 Ocena jakości powietrza w odniesieniu do norm 1h

Stężenia chwilowe o obowiązującym w roku 2002 czasie uśredniania 1h normowane są dla dwutlenku siarki i dwutlenku azotu . Dla obu tych substancji nie zanotowano stężeń wyższych niż dopuszczalne.

Maksymalne stężenie SO_2 o wartości $\approx 231,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmierzono w stacji AM8, zaś maksymalne stężenie dwutlenku azotu w wysokości $166,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano w stacji AM1.

Oprócz wartości stężenia istotnym jest czas jego występowania. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, parametrem normowanym w przypadku stężeń 1h jest dla SO_2 percentyl 99,7, obliczany z rocznej serii pomiarów 1h, a dla NO_2 -99,8. Wartości percentyli dla rocznych

1h serii pomiarowych SO_2 i NO_2 podano w tabeli 25.

Stacja	Wartość percentyla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	dwutlenek siarki percentyl 99,7	dwutlenek azotu percentyl 99,8
AM1 - Gdańsk Śródmieście	39.6	110.5
AM2 - Gdańsk Stogi	93.3	69.6
AM3 - Gdańsk Nowy Port	80.7	79.5
AM4 - Gdynia Pogórze	56.9	57.0
AM5 - Gdańsk Szadółki	36.3	79.8
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	62.0	66.1
AM7 - Tczew ul. Targowa	40.3	66.4
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	59.7	74.5
AM9 - Gdynia Redłowo	49.1	85.9
AM10 - Gdynia Śródmieście	-	65.9
Dopuszczalny poziom w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	dwutlenku siarki dwutlenku azotu	350 200

Tab.25. Wartości percentyli z rocznych serii pomiarowych wyników 1h

4. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ I TCZEWIE

4.5 Ocena jakości powietrza na tle wyników pomiarów sieci Airparif

Profesjonalna sieć monitoringu Airparif w Paryżu funkcjonuje już od kilkunastu lat. Wdrożone procedury zapewnienia jakości pomiarów oraz wymagany budżet są podstawą osiągniętych niekwestionowanych sukcesów w upowszechnianiu informacji o jakości powietrza w okręgu Ile de France. Na podstawie opublikowanych w internecie wyników za rok 2002 zestawiamy porównanie danych sieci Airparif i ARMAAG.

Nazwa substancji	Przeciętne stężenie średnioroczne		Maksymalne stężenie 24h		Maksymalne stężenie 1h	
	Stężenie $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	ARMAAG	AIRPARIF	ARMAAG	AIRPARIF	ARMAAG	AIRPARIF
dwutlenek siarki	9	8	59	60	231	127
tlenek azotu	4	16	92	172	339	250
dwutlenek azotu	15	38	69	127	167	223
tlenki azotu	23	63				
pył	32	22	169	116	476	149
tlenek węgla	380.3	-	2104	-	4069	2900
ozon	56	39	114	117	164	243
benzen	2.0	1.7	7.3	8.6	27	-

Tab.26. Porównanie wyników pomiarów zanieczyszczeń za rok 2002 sieci Airparif i ARMAAG

Jak wynika z przedstawionych informacji w aglomeracji gdańskiej lepsza jest jakość powietrza w odniesieniu do dwutlenku azotu, podobna w odniesieniu do dwutlenku siarki i benzenu, natomiast znacznie gorsza jeżeli bierzemy pod uwagę pył PM10.

5. OPRACOWANIA AUTORSKIE

Prowadzone równolegle z pomiarami poziomów substancji pomiary warunków meteorologicznych umożliwiają pełne wykorzystanie informacji do bardzo wielu celów.

Wiarygodne, kompletne serie pomiarów z kilku lat są podstawą :

- opracowywanie raportów i komunikatów oraz innych form prezentacji informacji o jakości powietrza,
- analizy związków pomiędzy poziomami stężeń substancji a warunkami meteorologicznymi,
- rozwoju technik modelowania w ocenie stanu jakości powietrza,
- informacji dla potrzeb opracowywania planów zagospodarowania przestrzennego, wykonywania ocen oddziaływania na środowisko oraz prac studialnych i prognostycznych realizowanych poza systemem ARMAAG.

Fundacja ARMAAG oprócz działalności podstawowej ma zgodnie ze swoim statutem realizować następujące cele:

- upowszechniać wiedzę o zanieczyszczeniu powietrza,
- wprowadzać nowe techniki pomiarowe i informacyjne,
- umożliwiać rozwój modelowania,
- integrować społeczność lokalną wokół idei czystego środowiska,
- wspomagać wszystkie inicjatywy na rzecz komplementarnego systemu ocen jakości powietrza atmosferycznego.

Fundacja realizuje te misje poprzez szeroka współpracę ze środowiskami naukowymi i gospodarczymi. Wyniki pomiarów od roku 1998 udostępniane są nieodpłatnie wszystkim zainteresowanym. Owocem tej współpracy są między innymi poniższe opracowania autorskie, które zostały wybrane z uwagi na fakt, że w najbliższej przyszłości sieci pomiarowo-obszary będą pełnić w pewnym zakresie funkcje sieci alarmowo-prognostycznych. Fundacja ARMAAG prezentuje te prace na wyłączną odpowiedzialność autorów.

Wyniki pomiarów meteorologicznych zostały opracowane przez zespół z IMGW i zrecenzowane przez dr hab. Mirosława Miętusa.

- 5.1 Warunki meteorologiczne
Autorzy: Małgorzata Owczarek, Janusz Filipiak - Instytut Gospodarki Wodnej i Meteorologii Gdynia
Recenzent: dr hab. Mirosław Miętus prof. Uniwersytetu Gdańskiego i Instytutu Gospodarki Wodnej i Meteorologii
- 5.2 Inteligentny system monitoringu jako instrument zarządzania i/lub kontroli jakości powietrza (NA PRZYKŁADZIE AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ)
Autorzy: M. Kowalski, Bogna Mysiek-Laurikainen, Mieczysław Sowiński, J. Wojtkowska - Instytut Problemów Jądrowych
Z. Moroz - Politechnika Białostocka
- 5.3 Wykorzystanie modelowania w ocenach jakości powietrza i programach ochrony powietrza
Autorzy: Mariola Fijołek, Wojciech Trapp, Małgorzata Paciorek
EKOMETRIA Sp. z o.o.
- 5.4 Wybrane etapy poprzedzające budowę prognostycznego systemu ostrzegawczego wysokich stężeń dwutlenku azotu
Autor: Piotr Oskar Czechowski - Uniwersytet Gdański

**Warunki meteorologiczne na obszarze
Aglomeracji Gdańskiej w 2002 roku
według danych ze stacji sieci Agencji
Regionalnego Monitoringu Atmosfery Gdańskiej**

Autorzy:

mgr Małgorzata Owczarek
mgr Janusz Filipiak

Recenzent:

dr hab. Mirosław Miętus, prof. UG i IMGW

1. WARUNKI METEOROLOGICZNE

Równolegle z pomiarami stężeń substancji zanieczyszczających przez wszystkie stacje sieci ARMAAG prowadzone są pomiary podstawowych elementów meteorologicznych: ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, kierunku i prędkości wiatru. Na stacji AM1 (Gdańsk-Śródmieście) program nie obejmuje pomiarów ciśnienia atmosferycznego i wilgotności powietrza, na stacji AM2 (Gdańsk-Stogi) - ciśnienia atmosferycznego, a na stacji AM3 (Gdańsk-Nowy Port) - wilgotności powietrza. Na stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia-Redłowo) program pomiarów jest poszerzony o natężenie promieniowania bezpośredniego. Pomiary rejestrowane są całodobowo co 30 minut według czasu urzędowego, nie są więc zsynchronizowane z terminami pomiarów prowadzonych według standardów meteorologicznych w czasie uniwersalnym. Zainstalowane urządzenia pomiarowe cechują się z reguły wysoką, ponad 95-procentową, sprawnością, jednakże w omawianym roku wystąpiło kilka przerw lub też nieprawidłowości w funkcjonowaniu czujników, spowodowanych awariami (tab.1). Najpoważniejsze miały miejsce na stacji AM5 (Szadółki) w lutym i marcu, na stacji AM6 (Sopot) w okresie od maja do końca sierpnia, na stacji AM8 (Gdańsk-Wrzeszcz) w okresie od czerwca do końca października oraz na stacji AM9 (Redłowo) w okresie od lipca do końca października. Konsekwencją są braki bądź przekłamanie w seriach pomiarowych, znacznie pogarszające ich jakość. Ponadto 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 na stacjach meteorologicznych IMGW. Najkorzystniej z tego punktu widzenia wypada lokalizacja stacji AM5 (Szadółki).

Stacja	sprawność działania czujników meteo [%]				
	temperatura	kierunek wiatru	prędkość wiatru	ciśnienie atmosferyczne	wilgotność względna
AM1 - Gdańsk Śródmieście	98,6	98,8	98,8	-	-
AM2 - Gdańsk Stogi	99,8	99,8	99,8	-	99,8
AM3 - Gdańsk Nowy Port	92,0	99,3	99,3	99,3	-
AM4 - Gdynia Pogórze	98,5	98,7	98,7	98,6	78,3
AM5 - Gdańsk Szadółki	81,7	9,9	81,7	81,4	61,1
AM6 - Sopot ul. Bitwy pod Płowcami	85,1	99,8	99,8	99,8	15,2
AM7 - Tczew ul. Targowa	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5
AM8 - Gdańsk Wrzeszcz	59,7	94,5	94,5	94,5	60,1
AM9 - Gdynia Redłowo	99,4	99,7	95,6	99,6	65,2
AM10 - Gdynia Śródmieście	99,8	88,1	99,8	99,8	99,8

Tab.1. Sprawność działania czujników pomiarowych (%) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 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).

2.1 Temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza

W roku 2002 średnia roczna temperatura powietrza na obszarze działania Fundacji ARMAAG była możliwa do wyznaczenia dla sześciu stacji (tab.2). Jej wartości były o 0,9 - 1,1°C wyższe, niż w roku poprzednim (możliwe było porównanie wartości dla stacji AM1, AM7 i AM9). Średnia roczna temperatura powietrza była najniższa w Tczewie (7,9°C), co jest spowodowane głównie lokalnymi warunkami lokalizacji tej stacji (położenie najdalej od morza i najbardziej na wschód ze wszystkich punktów pomiarowych). Na obszarze Trójmiasta temperatura średnia roczna wynosiła od 8,7°C w Gdyni-Redłowie do ponad 9,0°C na stacjach zlokalizowanych w centrum miasta (Gdańsk-Śródmieście, Gdynia-Śródmieście) i w Gdyni-Pogórze. Różnica między średnią temperaturą miesiąca najcieplejszego i najchłodniejszego wyniosła od 22,7°C w Gdyni-Redłowie do 26,0°C w Tczewie (tab.2), a jej przestrzenne zróżnicowanie wynika z położenia geograficznego poszczególnych stacji.

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
AM1	1,2	4,0	4,3	8,2	15,8	16,8	19,4	20,8	14,6	7,3	3,2	-3,8	9,3
AM2	1,5	4,0	4,2	7,1	15,0	15,9	18,6	20,2	14,0	7,1	3,5	-4,1	8,9
AM3	0,5	3,3	3,5	6,4	14,3	-	-	20,1	13,9	6,7	3,0	-4,4	-
AM4	1,6	4,4	4,9	7,8	15,5	16,5	19,2	21,5	15,2	7,5	4,2	-2,8	9,7
AM5	0,5	-	-	8,0	15,2	15,7	18,7	20,8	13,9	6,4	2,6	-4,8	-
AM6	0,9	3,4	3,7	6,2	-	-	-	-	13,1	6,2	3,8	-3,1	-
AM7	-0,5	2,3	3,1	6,6	15,0	15,2	18,2	20,0	12,9	5,8	1,8	-6,0	7,9
AM8	1,0	4,1	4,5	7,4	15,5	-	-	-	-	-	4,3	-3,2	-
AM9	0,9	3,5	4,1	6,9	14,5	15,6	17,7	19,8	13,7	6,3	3,7	-2,9	8,7
AM10	1,8	4,3	4,6	7,1	14,8	16,2	18,8	20,6	14,7	7,5	3,9	-2,9	9,3

Tab.2. Średnie miesięczne i roczne wartości temperatury powietrza na podstawie odczytów terminowych (°C) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Największym zróżnicowaniem wartości dobowej temperatury powietrza cechował się maj. Zarówno średnie, jak i maksymalne miesięczne wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza (tab.3) były w tym miesiącu najwyższe (odpowiednio 11,2°C i 21,4°C na stacji Gdańsk-Stogi). Stosunkowo duże wartości średnie dobowej amplitudy notowano również w sierpniu, duże wartości maksymalne natomiast - we wrześniu. Najmniejsze zróżnicowanie dobowej amplitudy temperatury wyróżniało z kolei miesiące chłodnej pory roku - listopad i październik (najbardziej stabilna była temperatura w Gdyni, wartości średnie dla AM10 i AM4 wyniosły odpowiednio 3,6°C i 3,7°C). Średnia dobowa temperatura powietrza przyjmowała wartości od 26,0°C w dniu 1 sierpnia na stacji Szadółki do -16,0°C w dniu 25 grudnia w Tczewie (tab.4). Maksymalne odnotowane wartości terminowe temperatury powietrza na połowie rozpatrywanych stacji przekraczały 30°C, a najwyższe z nich odnotowano 1 sierpnia w Gdańsku-Śródmieściu (33,5°C) oraz 31 lipca w Tczewie (32,4°C). Najniższa spośród odnotowanych terminowych wartości temperatury wystąpiła w Tczewie, w dniu 26 grudnia (-18,7°C). Średnia temperatura w sezonie grzewczym (tab.7) była najniższa w Tczewie (1,1°C), natomiast na obszarze Trójmiasta wynosiła od 2,5 do 3,4°C. Poza sezonem grzewczym średnia temperatura powietrza na rozpatrywanym obszarze nie przekraczała 16°C.

Stacja		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
AM1	śred.	4,8	6,3	8,3	9,0	9,8	9,0	9,3	9,8	8,7	5,9	4,7	4,6
	max.	11,1	12,1	17,6	15,1	20,1	18,1	15,4	16,8	17,2	10,2	8,4	12,4
AM2	śred.	4,8	6,0	7,3	8,4	11,2	8,6	9,2	11,1	9,6	5,0	4,4	5,8
	max.	10,6	12,4	17,6	16,0	21,4	19,4	16,8	18,3	20,0	14,0	9,1	13,0
AM3	śred.	4,7	5,8	6,7	6,8	8,8	-	-	8,1	7,4	4,6	4,0	5,1
	max.	11,9	13,1	14,8	15,5	18,9	-	-	14,2	16,7	9,1	6,8	11,7
AM4	śred.	5,4	6,2	6,9	7,3	8,9	7,3	7,4	8,0	7,0	4,7	3,7	4,7
	max.	11,8	10,6	12,1	11,4	15,8	12,0	11,1	11,6	12,4	8,6	8,3	10,6
AM5	śred.	5,5	-	-	7,8	10,5	7,7	9,1	10,3	8,9	5,0	3,9	5,0
	max.	12,4	-	-	13,0	16,9	16,9	17,9	15,3	15,6	10,5	8,5	11,8
AM6	śred.	5,5	5,9	7,6	8,2	-	-	-	-	8,3	5,0	4,7	5,5
	max.	12,5	11,2	16,4	15,2	-	-	-	-	17,2	9,6	8,3	12,7
AM7	śred.	5,2	5,6	7,2	7,7	11,0	8,3	9,0	11,1	8,6	4,9	4,4	5,5
	max.	12,8	10,7	17,4	14,0	17,0	15,2	15,3	15,5	16,9	9,3	7,2	13,4
AM8	śred.	4,9	5,9	7,5	7,5	10,1	-	-	-	-	-	4,3	5,0
	max.	12,2	11,5	16,7	12,4	17,4	-	-	-	-	-	7,8	9,1
AM9	śred.	4,7	5,1	5,9	6,3	7,8	6,5	6,9	6,8	6,4	4,3	4,1	5,4
	max.	12,1	9,5	11,3	11,2	15,0	11,5	10,9	11,4	12,4	8,0	7,8	10,9
AM10	śred.	4,6	5,0	6,1	6,9	8,1	6,7	7,2	8,3	7,4	4,7	3,6	4,6
	max.	11,3	9,1	14,0	13,3	17,0	12,1	11,1	12,4	13,0	10,1	7,8	9,9

Tab.3. Średnie i maksymalne wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza (°C)
w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Stacja	Max. terminowe		Max. dobowe		Min. terminowe		Min. dobowe	
	wartość	data	wartość	data	wartość	data	wartość	data
AM1	33,5	01.08	25,2	01.08	-15,3	26.12	-14,3	25.12
AM2	32,3	10.07	24,9	10.07	-17,5	25.12	-15,7	25.12
AM3	28,3	04.05	23,9	01.08	-17,1	26.12	-15,3	25.12
AM4	30,0	31.07	25,9	01.08	-12,9	25.12	-9,9	25.12
AM5	31,4	01.08	26,0	01.08	-17,1	26.12	-14,2	25.12
AM6	27,3	29.08	21,6	01.08	-16,2	26.12	-12,6	25.12
AM7	32,4	31.07	25,5	01.08	-18,7	26.12	-16,0	25.12
AM8	30,4	19.06	23,0	19.06	-12,7	09.12	-10,5	25.12
AM9	29,2	19.06	23,7	01.08	-14	26.12	-10,9	25.12
AM10	30,3	19.06	24,0	01.08	-12,9	26.12	-10,4	25.12

Tab.4. Ekstremalne terminowe i dobowe wartości temperatury powietrza (°C)
w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Ze względu na nieprawidłowości w funkcjonowaniu czujników pomiarowych średnią roczną wilgotność względną powietrza ustalono jedynie dla trzech stacji sieci: Gdańska-Stogów, Tczewa i Gdyni-Śródmieście, różnica między jej wartością najwyższą (w Gdańsku) a najniższą (w Gdyni) wynosiła 12,6%. Przebieg wilgotności powietrza (tab.5) w roku 2002 był stosunkowo wyrównany, odchylenia wartości średnich miesięcznych od średniej rocznej nie przekraczały na ogół 5%. Najniższą miesięczną wilgotność powietrza odnotowano w Gdańsku i Gdyni w kwietniu, a w Tczewie w sierpniu. Najwyższą natomiast wilgotnością powietrza cechował się listopad.

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
AM2	90,8	86,6	81,8	81,6	82,1	82,0	86,4	82,5	83,4	92,7	94,5	94,2	86,6
AM4	85,7	77,5	72,5	72,3	72,2	71,9	74,1	74,1	77,7	-	-	-	-
AM5	87,8	-	-	73,1	73,3	73,9	76,1	69,6	78,5	-	-	-	-
AM6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85,7	83,6	-
AM7	89,0	84,9	78,4	76,8	75,1	76,8	75,4	68,5	76,9	88,1	89,5	87,9	80,6
AM8	88,9	81,3	76,8	77,8	78,9	78,4	-	-	-	-	85,5	84,0	-
AM9	93,2	87,7	82,0	83,8	86,5	87,6	-	-	-	-	87,5	85,3	-
AM10	77,7	72,1	68,6	71,3	72,7	70,5	73,3	73,3	71,7	79,5	79,3	77,4	74,0

Tab.5. Średnie miesięczne i roczne wartości wilgotności względnej powietrza (%)
na podstawie odczytów terminowych w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Najniższe odnotowane wartości dobowe wilgotności względnej mieściły się w przedziale 40,5% (11 kwietnia w Tczewie) a 57,6% (29 marca w Gdyni-Redłowie), natomiast wartości pochodzące z 30-minutowych odczytów terminowych na większości stacji spadły poniżej 30% (tab.6). Przeróżne zróżnicowanie wilgotności powietrza jest zależne od lokalnych warunków otoczenia stacji. Najniższą wilgotnością cechuje się stacja w Gdyni-Śródmieściu (poniżej 80% w każdym z miesięcy). Przypuszczać należy, iż w tym punkcie pomiarowym odczytywane niskie wartości wilgotności mogą być wynikiem wpływu otaczających go budynków, instalacji, pojazdów lub też nieprawidłowego funkcjonowania czujnika. Wskazują na to szczególnie niskie wartości wilgotności w miesiącach jesiennych i zimowych. W sezonie grzewczym (tab.7) wilgotność względna powietrza była wyższa niż w sezonie letnim, różnice na poszczególnych stacjach wyniosły od 11 do 4%, przy czym największa wystąpiła w Gdańsku-Stogach.

Stacja	Min. terminowe wartość data		Min. dobowe wartość data	
AM1	30,2	20.08	56,8	12.04
AM4	32,7	29.03	50,7	22.04
AM5	24,1	29.03	42,7	11.04
AM6	nie rozpatrywano			
AM7	26,2	29.03	40,5	11.04
AM8	27,9	29.03	54,6	12.04
AM9	24,9	29.03	57,6	29.03
AM10	27,1	29.03	51,6	29.03

Tab.6. Ekstremalne terminowe i dobowe wartości wilgotności względnej powietrza (%) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Stacja	Temperatura powietrza (°C)		Ciśnienie atmosferyczne (hPa)		Wilgotność względna (%)		Prędkość wiatru (ms-1)	
	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni	sezon grzewczy	sezon letni
AM1	2,7	16,0	-	-	-	-	3,0	1,5
AM2	2,7	15,2	-	-	90,1	83,0	3,4	2,6
AM3	2,1	-	1011,3	1013,0	-	-	2,5	1,8
AM4	3,4	16,0	1004,7	1006,6	-	73,7	2,3	1,9
AM5	-	15,6	-	997,3	-	74,1	-	3,1
AM6	2,5	-	1010,8	1012,6	-	-	2,7	2,1
AM7	1,1	14,8	1008,8	1009,9	86,3	74,9	3,0	2,0
AM8	-	-	1010,4	1011,8	-	-	2,6	1,6
AM9	2,6	14,7	1003,5	1005,4	-	-	2,9	1,9
AM10	3,2	15,4	1014,2	1015,7	75,8	72,1	2,9	2,1

Tab.7. Średnie wartości elementów meteorologicznych dla sezonów:
grzewczego (październik- marzec) oraz letniego (kwiecień-wrzesień) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

2.2 Ciśnienie atmosferyczne

Pełen roczny przebieg ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji ustalono dla wszystkich stacji sieci ARMAAG z wyjątkiem Szadółek. Analizowane wartości są więc ściśle zależne od wysokości punktu pomiarowego nad poziomem morza. Średnie roczne ciśnienie atmosferyczne na poziomie stacji wahało się od 1015,0 hPa w Gdyni-Śródmieściu do 1004,4 hPa w Gdyni-Redłowie (tab.8). Najwyższe ciśnienie występowało w grudniu, najwyższa średnia miesięczna wartość wyniosła 1024,2 hPa na stacji AM10. W dniu 8 grudnia odnotowano najwyższe wartości średnie dobowe, przekraczające na prawie wszystkich stacjach 1030 hPa. W Gdyni-Śródmieściu wartość ta wyniosła prawie 1044 hPa. Najniższe wartości ciśnienia odnotowywano w lutym: średnie wartości miesięczne wyniosły od 995,2 hPa w Redłowie do 1005,8 hPa w Gdyni-Śródmieściu. 23 lutego odnotowano minimalne, nie przekraczające 990 hPa, wartości dobowe na terenie aglomeracji gdańskiej, z których najniższa, odnotowana w Gdyni-Redłowie, wyniosła 975,8 hPa (tab.9). Ciśnienie atmosferyczne w sezonie letnim było przeciętnie o 1,5 do 2 hPa wyższe, niż w sezonie grzewczym (tab.7).

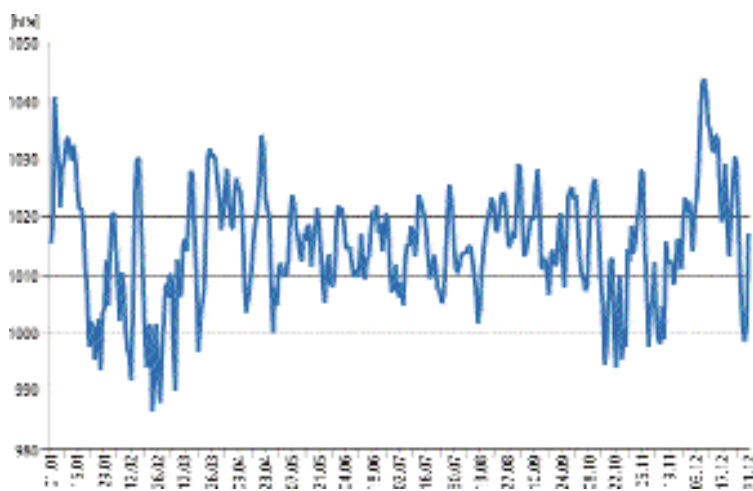
Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
AM3	1015,0	1003,3	1011,7	1015,3	1012,1	1012,4	1011,3	1012,4	1014,5	1007,2	1009,0	1020,5	1012,1
AM4	1007,3	995,9	1004,6	1008,0	1005,5	1005,7	1005,4	1006,8	1008,3	1000,5	1002,9	1015,5	1005,7
AM5	999,8	-	-	1000,4	997,6	998,1	995,3	995,9	997,4	988,9	989,6	1000,5	-
AM6	1013,7	1002,5	1010,9	1014,3	1012,3	1011,4	1010,8	1012,2	1014,4	1007,4	1008,8	1020,4	1011,7
AM7	1012,2	1000,9	1008,9	1011,4	1008,6	1009,1	1008,6	1009,8	1012,0	1005,4	1006,7	1018,2	1009,4
AM8	1014,1	1002,4	1010,5	1014,0	1010,8	1010,7	1010,2	1011,2	1013,4	1006,6	1008,0	1019,9	1011,0
AM9	1006,3	995,2	1003,8	1007,4	1004,2	1004,5	1003,8	1005,3	1007,2	1000,2	1001,7	1012,8	1004,4
AM10	1017,0	1005,8	1014,5	1018,0	1014,7	1014,8	1014,0	1015,4	1017,5	1010,7	1012,3	1024,2	1015,0

Tab.8.Średnie miesięczne i roczne wartości ciśnienia atmosferycznego (hPa)
na podstawie odczytów terminowych w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Stacja	Max. dobowe		Min. dobowe	
	wartość	data	wartość	data
AM3	1040,4	08.12	983,3	23.02
AM4	1034,7	08.12	975,8	23.02
AM5	1024,1	03.01	971,6	23.10
AM6	1040,2	08.12	983,2	23.02
AM7	1037,5	08.12	982,1	23.02
AM8	1039,1	08.12	983,1	23.02
AM9	1032,6	08.12	975,8	23.02
AM10	1043,9	08.12	986,3	23.02

Tab.9. Ekstremalne dobowe wartości ciśnienia atmosferycznego (hPa) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

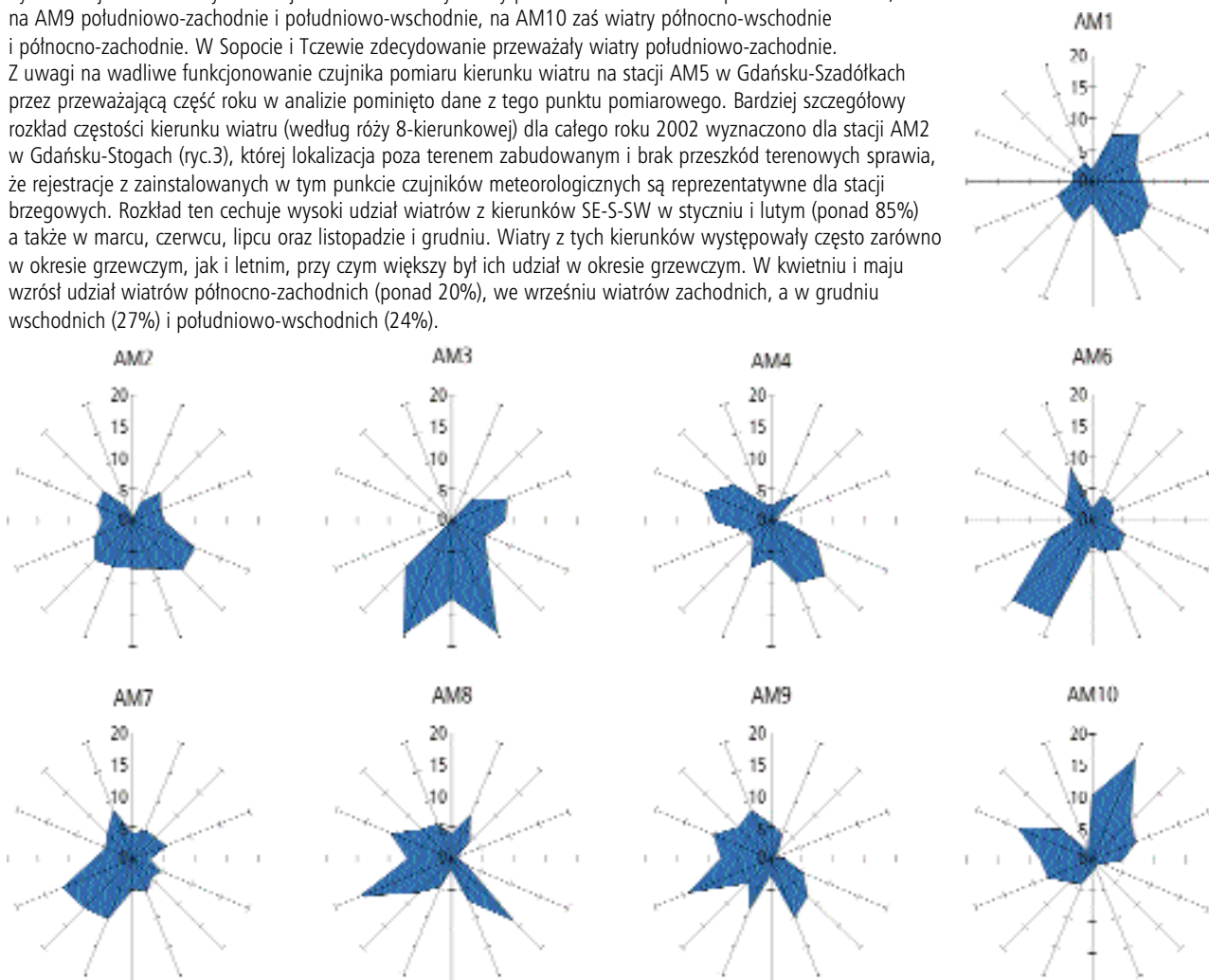
W rocznym przebiegu średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji w punkcie AM10 w Gdyni-Śródmieściu (ryc.1) można zaobserwować charakterystyczne cechy zmienności tego elementu meteorologicznego - zdecydowanie większe wahania cechują chłodną porę roku. Poza sezonem grzewczym przebieg jest bardziej wyrównany. Znaczny odsetek (blisko 8%) terminowych wartości obejmuje przypadki wystąpienia wysokiego ciśnienia, o wartości równej lub przekraczającej 1030 hPa. Najwięcej takich przypadków odnotowano w grudniu i styczniu, w miesiącach letnich wartości takich nie stwierdzono. Ciśnienie mniejsze lub równe 990 hPa występowało w Gdyni-Śródmieściu stosunkowo rzadko (niespełna 2% terminowych obserwacji), występowanie takich wartości stwierdzono jedynie w pierwszym kwartale omawianego roku oraz w październiku.



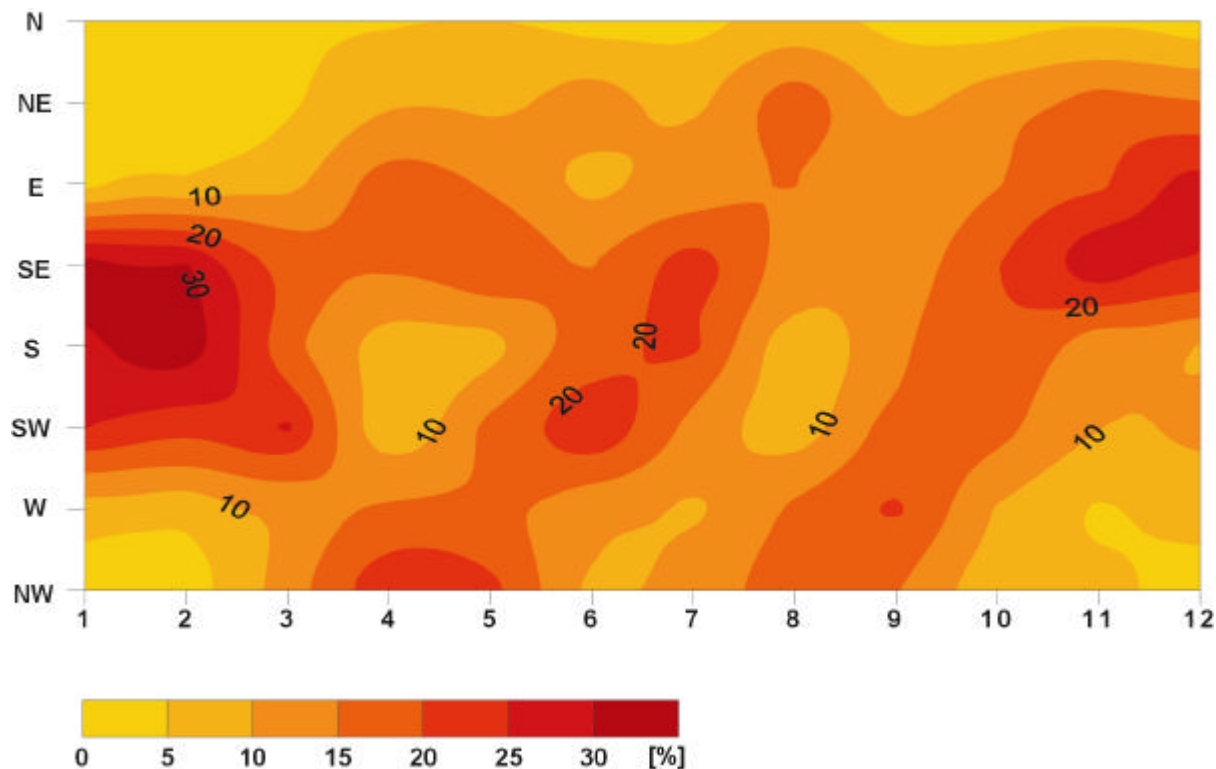
Ryc.1. Roczny przebieg średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego na poziomie stacji (hPa) na stacji AM10 (Gdynia-Śródmieście) w 2002 roku

2.3 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 na stacjach zlokalizowanych w Gdańsku zaznaczył się stosunkowo wysoki udział wiatrów z kierunku południowo-wschodniego i południowo-zachodniego, na stacjach zlokalizowanych na obszarze Gdyni rozkład był bardziej zróżnicowany: na stacji AM4 dominowały wiatry południowo-wschodnie i północno-zachodnie, na AM9 południowo-zachodnie i południowo-wschodnie, na AM10 zaś wiatry północno-wschodnie i północno-zachodnie. W Sopocie i Tczewie zdecydowanie przeważały wiatry południowo-zachodnie. Z uwagi na wadliwe funkcjonowanie czujnika pomiaru kierunku wiatru na stacji AM5 w Gdańsku-Szadółkach przez przeważającą część roku w analizie pominięto dane z tego punktu pomiarowego. Bardziej szczegółowy rozkład częstości kierunku wiatru (według róży 8-kierunkowej) dla całego roku 2002 wyznaczono dla stacji AM2 w Gdańsku-Stogach (ryc.3), której lokalizacja poza terenem zabudowanym i brak przeszkód terenowych sprawia, że rejestracje z zainstalowanych w tym punkcie czujników meteorologicznych są reprezentatywne dla stacji brzegowych. Rozkład ten cechuje wysoki udział wiatrów z kierunków SE-S-SW w styczniu i lutym (ponad 85%) a także w marcu, czerwcu, lipcu oraz listopadzie i grudniu. Wiatry z tych kierunków występowały często zarówno w okresie grzewczym, jak i letnim, przy czym większy był ich udział w okresie grzewczym. W kwietniu i maju wzrósł udział wiatrów północno-zachodnich (ponad 20%), we wrześniu wiatrów zachodnich, a w grudniu wschodnich (27%) i południowo-wschodnich (24%).

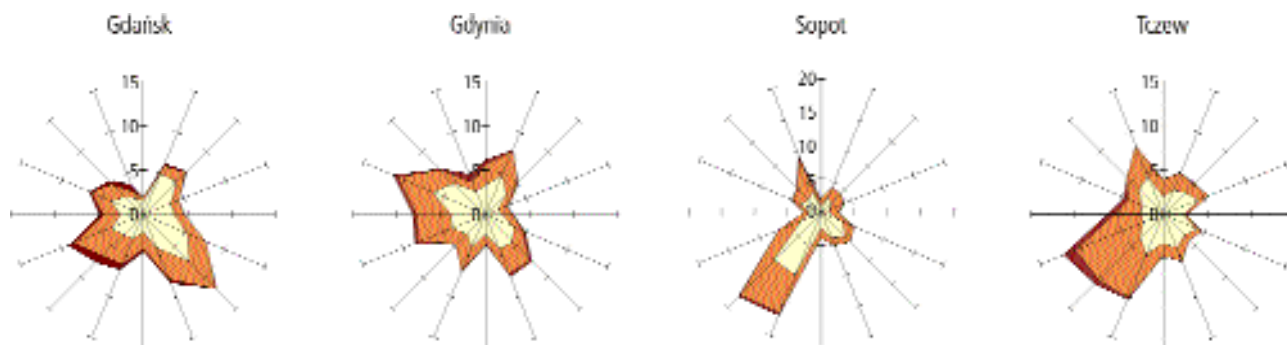


Ryc.2. Częstość występowania kierunków wiatru (%) w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku



Ryc.3. Zmienność kierunku wiatru (dla 8 podstawowych kierunków) na stacji AM2 (Gdańsk-Stogi) w roku 2002

Prędkość i kierunek wiatru w poszczególnych miejscowościach zaprezentowano w formie rocznych kierunkowo-prędkościowych róż wiatrów (ryc.4): dla Gdańska w oparciu o wyniki pomiarów ze stacji AM1, AM2 i AM8 (nie uwzględniono stacji AM3 ze względu na stwierdzoną niską reprezentatywność oraz stacji AM5 z wcześniej wspomnianych przyczyn), dla Gdyni w oparciu o wszystkie trzy stacje oraz dla Sopotu i Tczewa. Podkreślić należy, iż pomiary wiatru na stacjach sieci ARMAAG prowadzone były na niestandardowej wysokości 6 do 7 m nad poziomem stacji, podczas gdy wymagana dla tych pomiarów wysokość czujnika powinna wynosić 10m. We wszystkich miejscowościach najczęściej występowały wiatry słabe (o prędkościach do 2 ms⁻¹), najrzadziej natomiast wiatry o prędkościach wyższych, niż 5 ms⁻¹. Rozkład taki wynikać może z umieszczenia czujników pomiarowych na zbyt niskiej wysokości, o czym wspomniano powyżej.



Ryc.4. Roczne kierunkowo-prędkościowe róże wiatrów (%) dla miast aglomeracji gdańskiej w 2002 roku

Średnią roczną prędkość wiatru obliczono dla wszystkich stacji z wyjątkiem AM5 i AM9, jej wartości wyniosły od 2,1 ms⁻¹ w Gdyni-Pogórze i Gdańsku-Wrzeszczu do 3 ms⁻¹ stacji Gdańsk-Stogi (tab.10). Stacja AM2 wyróżniała się także najwyższymi prędkościami średnimi w poszczególnych miesiącach, co wynika z jej 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 na stacji AM4 do 11,4 ms⁻¹ na stacji AM2, odnotowano w styczniu (na stacjach AM3, AM4, AM5 i AM6 2 stycznia, a na 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 11 ms⁻¹ (6Bft) wystąpiły na stacjach AM2 (6 dni), AM1 (3 dni) oraz AM7, AM8, AM9 i AM10 (po jednym dniu). Dzień z wiatrem o prędkości wyższej niż 17 ms⁻¹ (8Bft) odnotowano tylko raz, na stacji AM2.

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

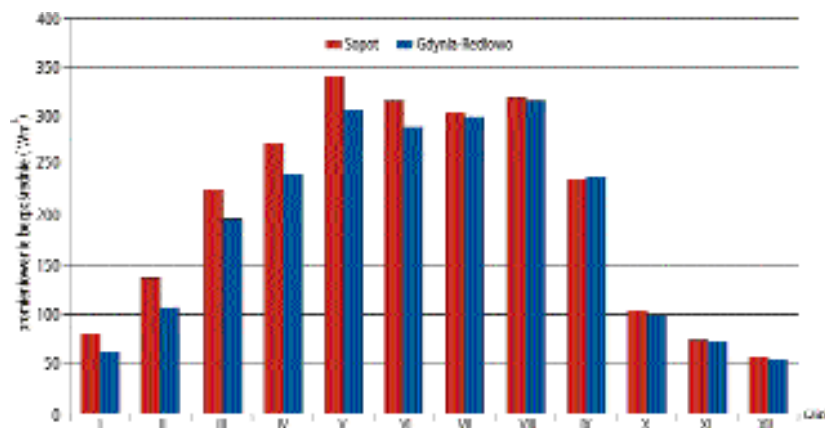
Tab.10. Średnie miesięczne i roczne wartości prędkości wiatru na podstawie odczytów terminowych w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

Stacja	Max. dobowe		Min. dobowe	
	wartość	data	wartość	data
AM1	15,9	29.01	9,3	29.01
AM2	18,3	29.01	11,4	29.01
AM3	10,5	02.01	6,3	02.01
AM4	10,6	22.02	6,0	02.01
AM5	12,2	02.01	8,2	02.01
AM6	10,9	02.01	6,8	02.01
AM7	11,9	29.01	7,5	29.01
AM8	11,1	29.01	8,2	29.01
AM9	11,0	29.01	7,7	29.01
AM10	11,1	29.01	7,7	29.01

Tab.11. Maksymalna terminowa i dobowa prędkość wiatru w punktach pomiarowych sieci ARMAAG w 2002 roku

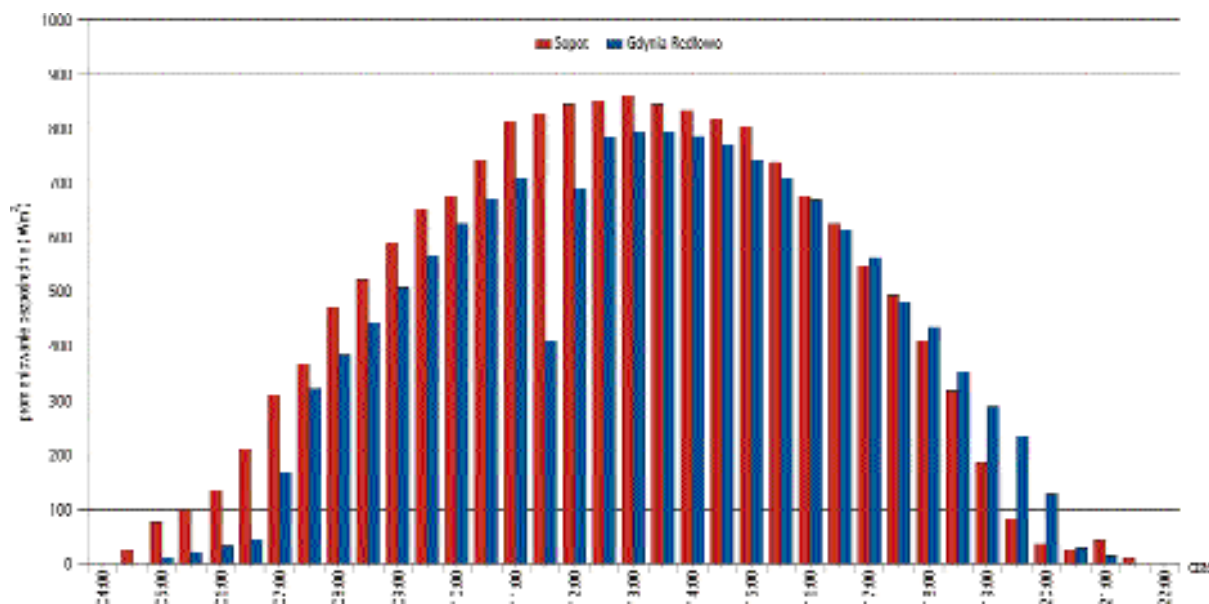
2.4 Natężenie promieniowania bezpośredniego

Pomiary natężenia promieniowania bezpośredniego prowadzone były na stacjach AM6 i AM9. Najwyższe wartości średnie miesięczne (ryc.5) wystąpiły w maju (341 Wm-2 w Sopocie i 308 Wm-2 w Gdyni-Redłowie), najniższe natomiast w grudniu (odpowiednio 57,4 Wm-2 i 54,5 Wm-2).



Ryc.5. Zmienność natężenia średnich miesięcznych wartości bezpośredniego promieniowania słonecznego (Wm-2) na stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia-Redłowo) w roku 2002

Maksymalne średnie dobowe natężenie promieniowania bezpośredniego odnotowano na obu stacjach 4 czerwca: 471,6 Wm-2 na stacji AM6 i 446,6 Wm-2 na stacji AM9. Przebieg natężenia promieniowania w tym dniu (ryc.6) jest zbliżony na obu stacjach. Widoczne różnice między stacjami, szczególnie w godzinach okołopołudniowych, spowodowane są odmiennym bezpośrednim otoczeniem obu stanowisk pomiarowych oraz prawdopodobnie częściowym zasłonięciem Słońca między godziną 11 a 12 na stacji AM9 (różnice te występowały także w latach ubiegłych).



Ryc.6. Zmienność natężenia bezpośredniego promieniowania słonecznego (Wm^{-2}) na stacjach AM6 (Sopot) i AM9 (Gdynia-Redłowo) w dniu 04.06.2002

3. PODSUMOWANIE

Podsumowując niniejsze opracowanie dokonano przybliżonego porównania reprezentatywności stacji sieci ARMAAG w odniesieniu do norm obowiązujących na stacjach IMGW, które wykazało najlepszą reprezentatywność stacji AM2 oraz AM5. Porównano także średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i prędkości wiatru na stacjach sieci ARMAAG w Gdyni i Gdańsku-Stogach z odpowiednimi wartościami na stacjach IMGW w Gdyni i Gdańsku-Portu Północnym. Miesięczne wartości średnie temperatury powietrza obliczone dla stacji sieci ARMAAG zlokalizowanych w Gdyni (AM9 i AM10) są niższe od obliczonych dla stacji klimatologicznej w Gdyni, co wynikać może z zastosowania odmiennej metodyki obliczania średniej dobowej oraz lokalnego otoczenia stacji. W przypadku stacji AM2 temperatura średnia miesięczna jest nieznacznie niższa, niż na porównywanej stacji synoptycznej IMGW. Średnia miesięczna prędkość wiatru na stacjach sieci ARMAAG jest zdecydowanie zaniżona w stosunku do prędkości na stacjach IMGW, co jest konsekwencją umieszczenia czujników pomiarowych na stacjach ARMAAG na mniejszej wysokości.

Wyniki obserwacji meteorologicznych prowadzonych na stacjach sieci ARMAAG stanowią cenne źródło informacji na temat warunków meteorologicznych na obszarze aglomeracji gdańskiej. Stwierdzić należy jednak, że pełna analiza porównawcza z prowadzonymi według norm międzynarodowych obserwacjami na stacjach narodowej służby meteorologicznej byłaby możliwa po wprowadzeniu kilku zmian. Dotyczyć one powinny przede wszystkim: ekspozycji czujników (szczególnie wysokości wiatromierzy), położenia większego nacisku na lokalne otoczenie stacji (np. obecność budynków, komunikacji, drzew w bezpośrednim sąsiedztwie przyrządów pomiarowych), wprowadzeniu poprawek redukujących ciśnienie atmosferyczne do poziomu morza, odpowiednio dla każdego punktu pomiarowego.