

**FUNDACJA ARMAAG**

Agencja Regionalnego Monitoringu

Sopot

Gdynia

Gdańsk

Tczew

Atmosfery Aglomeracji Gdańskiej

**RAPORT 2003**

STAN ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO  
W AGLOMERACJI GDAŃSKIEJ W ROKU 2003  
I INFORMACJA O DZIAŁALNOŚCI FUNDACJI ARMAAG



Raport przygotował zespół:

Krystyna Szymańska  
Tomasz Kołakowski  
Michał Sarafin  
Tomasz Waszczyk

## **ZAŁOŻYCIELE FUNDACJI ARMAAG**

Gmina Gdańsk

Gmina Gdynia

Gmina Sopot

Gmina Tczew

"Nederpol" Sp. z o.o

## **FUNDATORZY STACJI**

Grupa LOTOS S.A - RAFINERIA GDAŃSKA S.A

Zespół Elektrociepłowni Wybrzeże S.A

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku

Przedsiębiorstwo Eksploatacji Rurociągów Naftowych "PERN"

Przedsiębiorstwo Przeladunku 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

Przedstawiamy szóstą publikację z cyklu raportów rocznych o działalności Fundacji Agencja Regionalnego Monitoringu Atmosfery ARMAAG.

Rok 2003 był dziesiątym rokiem funkcjonowania Fundacji i jednocześnie pierwszym, w którym wszystkie urządzenia pracowały w trybie normalnej, nieobjętej już gwarancjami producenta, pracy. Zdobyte przez siedem lat doświadczenie pozwala na identyfikację czynników, warunkujących uzyskanie wysokiej jakości pomiarów. Upoważnia także do sformułowania wniosków istotnych dla optymalizacji kosztów funkcjonowania sieci pomiarowo-informacyjnej.

Zgodnie z Prawem Ochrony Środowiska wyniki pomiarów podlegają merytorycznej ocenie Pomorskiego Inspektora Ochrony Środowiska.

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.

Dzięki Fundatorom oraz Sponsorom, w maju 2003 roku zorganizowana została konferencja z udziałem gości z Niemiec, Szwajcarii i Austrii, poświęcona zagadnieniom monitoringu atmosfery oraz wykorzystywania pozyskiwanych danych. Efektem konferencji jest wydana publikacja zawierająca materiały sesji plenarnych, dyskusji panelowych oraz przedstawianych prezentacji.

Mamy nadzieję, że wszystkie nasze inicjatywy służą realizacji idei zrównoważonego rozwoju prezentując kompletną i obiektywną informację o jakości powietrza Aglomeracji Gdańskiej.

*Zarząd Fundacji ARMAAG*

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

## 1. Wstęp

W roku 2003 Fundacja ARMAAG rozpoczęła drugą dekadę działalności. Nie zmieniła się struktura organizacyjna ani zasady funkcjonowania.

Finansowanie podstawowej działalności Fundacji odbywało się poprzez dotacje samorządów - założycieli i Wojewódzkiego Powiatowego (w Tczewie) Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Podstawą działania podobnie - jak w poprzednich latach - był program Państwowego Monitoringu Środowiska oraz przyjęty przez Radę Nadzorczą Fundacji harmonogram rzeczowo-finansowy.

Pozyskiwane dane udostępniane są szerokiemu kręgowi odbiorców. W sieci www umieszczane są komunikaty o jakości powietrza oraz jednogodzinne przebiegi stężeń lub parametrów meteorologicznych.

Przetworzone dane w postaci raportów i analiz kwartalnych i bieżących przekazywane są gminom i fundatorom stacji w postaci tradycyjnej.

Na podstawie danych Fundacji ARMAAG wykonywane są prace magisterskie i doktorskie.

Wyniki pomiarów przekazane zostały Pomorskiemu Inspektorowi Ochrony Środowiska do gminy Gdańsk, do opracowania jako źródło wykonania "Oceny jakości powietrza w województwie pomorskim w roku 2003" i " Oceny stanu jakości środowiska w m. Gdańsku".

Sukcesem zakończyła się zorganizowana w maju 2003 jako podsumowanie 10-letniej działalności konferencja pt. **"Sieć monitoringu ARMAAG - inicjatywa samorządowa jako narzędzie zarządzania środowiskiem w regionie u progu wejścia do Unii Europejskiej"**.

Wydana została publikacja zawierająca wszystkie wystąpienia i referaty oraz prezentowane projekty.

Fundacja ARMAAG intensywnie uczestniczyła w przygotowaniu kilku projektów i aplikacji kierowanych do Funduszy Unijnych. Najważniejszym z nich jest partnerstwo w projekcie **AIRPOMERANIA** złożonym przez Marszałka Województwa Pomorskiego do Funduszu Life - Środowisko.

W niniejszej publikacji oprócz wyników pomiarów i charakterystyki wykonywanych prac przedstawiamy informacje techniczne, które zostały zebrane przez 7 lat pracy stacji i mogą służyć ocenie jakości analizatorów i mierników.

Osobny rozdział to opracowania autorskie wykorzystujące jako podstawę wyniki pomiarów sieci ARMAAG. Zamieszczono je z uwagi na fakt, że dotyczą planowanego przez Fundację poszerzenia zakresu analiz i informacji.

**Fundacja ARMAAG prezentuje te prace na wyłączną odpowiedzialność autorów**

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

### 2. Warunki funkcjonowania sieci ARMAAG w roku 2003

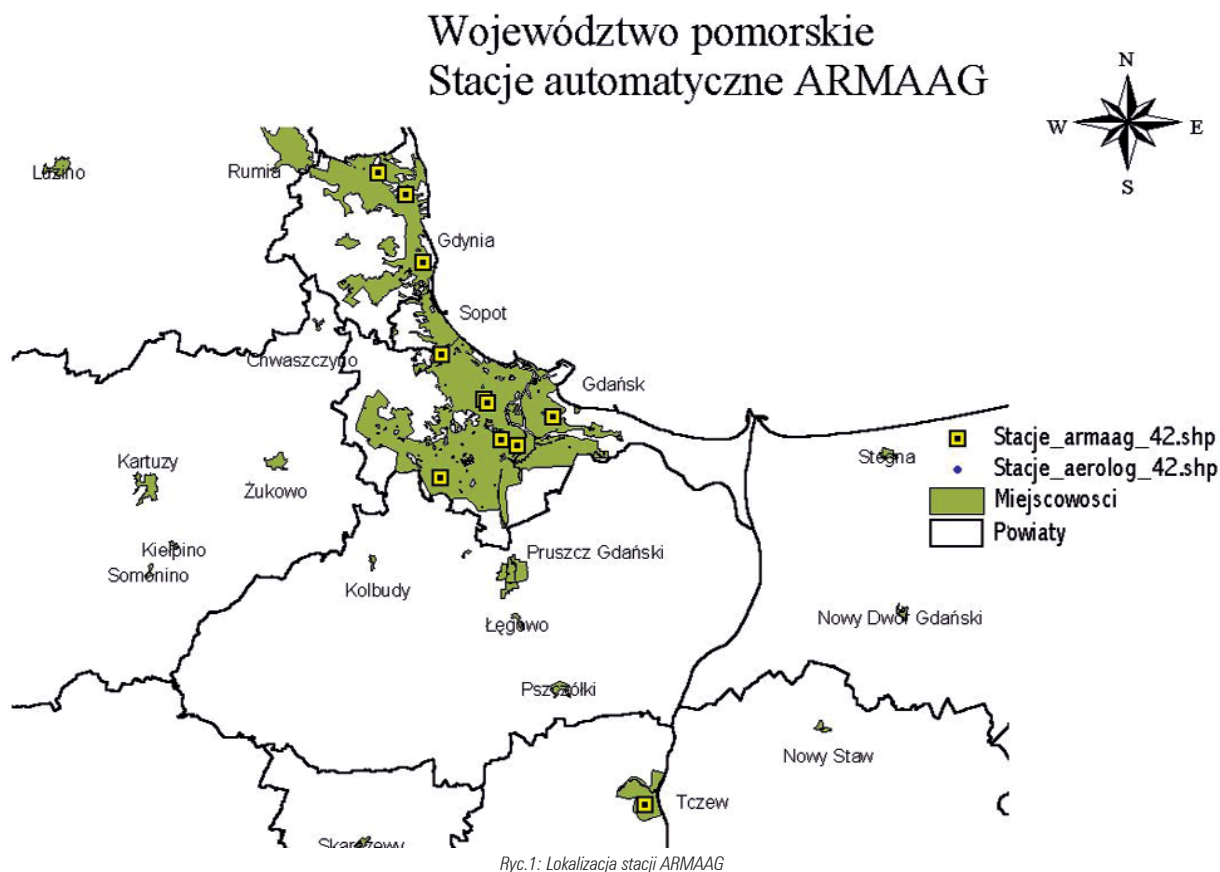
#### 2.1. Informacje ogólne

W roku 2003 zakres pomiarowy nie uległ zmianie. Wykonano i uruchomiono ostatni element systemu zapewnienia jakości danych tj. automatyczny system kalibracji w stacjach nr 1 przy ul.Powstańców Warszawskich i nr 2 przy ul.Kaczeńce.

W chwili obecnej automatyczna kontrola zera i spanu możliwa jest we wszystkich stacjach sieci.

Lokalizacja stacji nie zmieniła się.

Zweryfikowano współrzędne geograficzne stacji przy pomocy GPS i osadzono na mapie w rzeczywistej lokalizacji.



## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

Stacja	Data uruchomienia	Usytuowanie	Współrzędne geograficzne		Wysokość n.p.m.	Charakterystyka
			Szerokość	Długość		
AM1	10/1996	Gdańsk ul.Powstańców Warszawskich	54°21'12"N	18°38'07"E	51	stacja tła miejskiego
AM2	10/1996	Gdańsk ul.Kaczeńce	54°22'04"N	18°42'04"E	7	stacja tła miejskiego
AM3	03/1997	Gdańsk ul.Wyzwolenia	54°24'03"N	18°39'27"E	3	stacja tła miejskiego
AM4	03/1998	Gdynia ul.Porębskiego	54°33'39"N	18°29'36"E	70	stacja tła miejskiego
AM5	05/1998	Gdańsk ul.Ostrzycka	54°19'42"N	18°33'28"E	105	stacja tła miejskiego
AM6	07/1998	Sopot ul.Bitwy pod Płowcami	54°25'54"N	18°34'47"E	5	stacja tła miejskiego
AM7	07/1998	Tczew ul.Targowa	54°05'09"N	18°47'15"E	41	stacja tła miejskiego
AM8	10/1998	Gdańsk ul.Leczkowa	54°22'49"N	18°37'13"E	40	stacja tła miejskiego
AM9	11/1999	Gdynia ul.Kopernika	54°29'40"N	18°33'15"E	30	stacja tła miejskiego
AM10	05/2001	Gdynia ul.Wendy	54°31'31"N	18°32'11"E	4	stacja tła miejskiego

Tabela.1. Informacje o stacjach ARMAAG

### 2.2. Wyposażenie pomiarowe

Wyposażenie stacji monitoringu regionalnego ARMAAG w urządzenia do pomiaru stężeń zanieczyszczeń nie zmieniło się. Wymianom poddawane są jedynie elementy pomiarowe części meteorologicznej. Warunki klimatyczne aglomeracji powodują, że niektóre wykonane w standardowym czujniki meteorologiczne ulegają częstym awariom. Obecnie w niektórych stacjach pracują czujniki firmy THIES. Aktualne wyposażenie stacji opisano poniżej.



#### AM1 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki MLU
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pyłomierz PM10 Rupprecht-Pataschnick
4. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Kroneis
5. Zestaw kalibracyjny gazami rozrzedzonymi
6. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, komputer DAS

Ryc.2: Stacja pomiarowa AM1 Gdańsk, ul.Powstańców Warszawskich; stacja sieci EOINET



## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003



### AM2 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pylomierz PM10 Rupprecht-Pataschnick
4. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Kroneis
5. Zestaw kalibracyjny gazami rozrzedzonymi
6. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, komputer DAS

Ryc.3: Stacja pomiarowa AM2 Gdańsk, ul.Kaczeńce; stacja sieci EOINET



### AM3 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pylomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Analizator dwutlenku węgla Thermo 48C
6. Analizator ozonu Thermo 49C
7. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Kroneis
8. Zestaw kalibracyjny gazami stężonymi, kalibrator Thermo 146C
9. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, PLUTO C, komputer DAS

Ryc.4: Stacja pomiarowa AM3 Gdańsk, ul.Wyzwolenia;  
stacja Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska, stacja sieci EOINET



### AM4 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pylomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Analizator dwutlenku węgla Thermo 48C
6. Analizator ozonu Thermo 49C
7. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Kroneis
8. Zestaw kalibracyjny gazami stężonymi, kalibrator Thermo 146C
9. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, PLUTO C, komputer DAS

Ryc.5: Stacja pomiarowa AM4 Gdynia, ul.Porębskiego;  
stacja Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska, stacja sieci EOINET

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003



### AM5 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pyłomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Analizator ozonu Thermo 49C
6. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Kroneis
7. Zestaw kalibracyjny: butle z gazami rozrzedzonymi, generator powietrza zerowego
8. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, PLUTO C, komputer DAS

*Ryc.6: Stacja pomiarowa AM5 Gdańsk, ul.Ostrzycka;  
stacja Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska, stacja sieci EOINET*



### AM6 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pyłomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Thies, miernik nasłonecznienia
6. Zestaw kalibracyjny gazami stężonymi kalibrator Thermo 146C
7. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, PLUTO C, komputer DAS

*Ryc.7: Stacja pomiarowa AM6 Sopot, ul.Bitwy pod Płowcami;  
stacja Wojewódzkiego Monitoringu Środowiska, stacja sieci EOINET*



### AM7 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pyłomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Thies
6. Zestaw kalibracyjny: butle z gazami rozrzedzonymi, generator powietrza zreowego
7. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, Pluto C, komputer DAS

*Ryc.8: Stacja pomiarowa AM7 Tczew, ul.Targowa; stacja sieci EOINET*

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003



### AM8 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pylomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator tlenku węgla Thermo 48C
5. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Thies
6. Zestaw kalibracyjny: butle z gazami rozrzedzonymi, generator powietrza zerowego
7. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, Pluto C, komputer DAS

*Ryc.9: Stacja pomiarowa AM8 Gdańsk, ul.Leczkowa; stacja Wojewodzkiego Monitoringu Środowiska i sieci EOINET*



### AM9 - wyposażenie:

1. Analizator dwutlenku siarki Thermo 43C
2. Analizator NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Thermo 42C
3. Pylomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Analizator ozonu Thermo 49C
5. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Thies, miernik nasłonecznienia
6. Zestaw kalibracyjny: butle z gazami rozrzedzonymi, generator powietrza zerowego
7. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, Pluto C, komputer DAS

*Ryc.10: Stacja pomiarowa AM9 Gdynia, ul.Kopernika; stacja sieci EOINET*



### AM10 - wyposażenie:

1. Analizator NO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> Thermo 17C
2. Analizator BTX Chrompack
3. Pylomierz PM10 Eberline FAG 62-1
4. Czujniki prędkości wiatru, temperatury i ciśnienia Thies
5. Zestaw kalibracyjny: butle z gazami rozrzedzonymi, generator powietrza zerowego
6. Moduł zbierania i transmisji danych: modem, Pluto D, komputer DAS

*Ryc.11: Stacja pomiarowa AM10 Gdynia, ul.Wendy*

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

### 2.3. Analiza pracy urządzeń pomiarowych

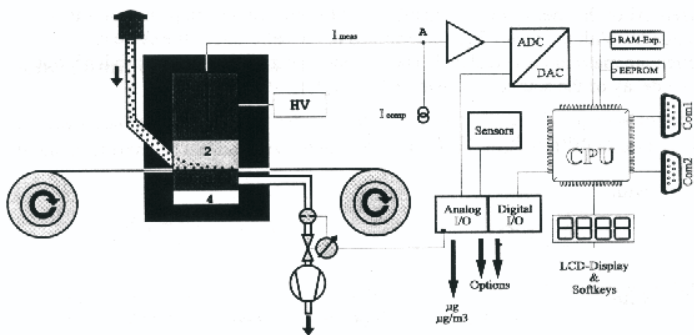
Pomiary zanieczyszczeń gazowych w sieci ARMAAG prowadzone są zgodnie z zapisem w rozporządzeniu MŚ o metodach referencyjnych. Pył zawieszony mierzony jest w 8 stacjach metodą radiometryczną a metodą paragrawimetryczną (waga oscylacyjna) w dwóch. Jakkolwiek metody te nie są zapisane jako referencyjne, w krajach 15-tki około 43% wyników uzyskuje się przy pomocy metody radiometrycznej (analizator EBERLINE), 20 % przy użyciu analizatora TEOM (waga oscylacyjna), pozostałe zaś wyniki pozyskiwane są metodą grawimetryczną<sup>1</sup>. Wskazówki rozwiązania problemu ekwiwalentności metod innych niż referencyjne przedstawione zostały na podsumowującym seminarium projektu PHARE 200/IB/EN/02 we wrześniu 2003 w Dębem<sup>2</sup>.

W niniejszym opracowaniu pokazano zasady działania urządzeń i ich budowę wskazując punkty newralgiczne, które wymagają szczególnej uwagi ze strony operatorów systemu.

Przedstawiono wyniki analizy pracy urządzeń pomiarowych wykonanej na podstawie zapisów w dziennikach zdarzeń, ewidencji awarii, ilości interwencji serwisowych zewnętrznych oraz kosztów części zamiennych, serwisu i obowiązkowych przeglądów oraz materiałów eksploatacyjnych.

#### 2.3.1. Analizator pyłu zawieszonego PM10 - EBERLINE

Zasada działania polega na pomiarze różnicy ilości promieniowania pochłoniętego przez "czystą próbę" i zaciernioną przez zebrany pył.



Ryc.12: Widok i schemat działania analizatora pyłu PM10

<sup>1</sup>Materiały z konferencji w Berlinie w listopadzie 2003

<sup>2</sup>Air Quality Assessment Systems, autor: Bernd Heits

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

1. Pomiarowa komora jonizacyjna ( $I_{meas}$ )
2. Zbieranie cząstek i pomiar (pierwsza komora ssąca)
3. Ruchoma komora oczyszczająca (druga komora ssąca)
4. Beta - źródło Kr-85

$I_{comp}$  - stała kompensacja aktualnego źródła.

Punkt zbioru pyłu mieści się między (2 a 3) pierwszą a drugą komorą ssącą.

Sam analizator charakteryzuje się bardzo stabilną pracą. Szczególną uwagę należy zwracać na czystość toru poboru próby. Częścią, która najczęściej ulega awariom jest pompa pyłomierza. Z uwagi na charakter pracy zniszczeniu ulegają łożyska i łopatki.

Lista rekomendowanych części zamiennych obejmuje 30 pozycji.

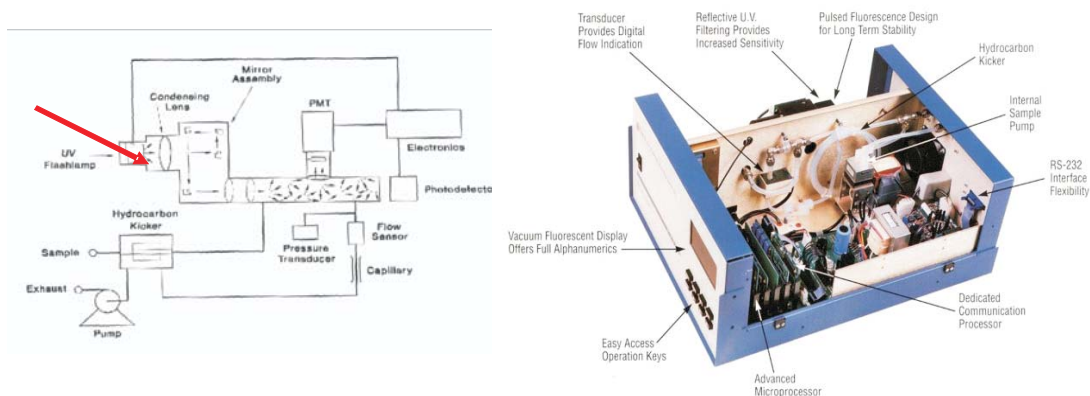
### 2.3.2. Analizator dwutlenku siarki - Model Thermo 43C

Zasada działania analizatora Model 43C oparta jest na zjawisku absorpcji promieniowania UV (ultrafiolet) przez cząsteczki  $SO_2$ . Wzbudzona (falą o pewnej długości) cząsteczka, oddaje energię (sprowadzając się tym samym do stanu podstawowego) w postaci emisji UV, ale o innej długości fali.

A zatem:



Rycina 13 przedstawia analizator i schemat działania analizatora  $SO_2$ . Próbkę powietrza wprowadzana jest do urządzenia poprzez zasobnik z substancją zatrzymującą zawarte w niej węglowodory (tzw. Kicker). Cząsteczki  $SO_2$  przechodzą przez ten zasobnik bez przeszkód. Dalej próbka wprowadzana jest do komory, w której pulsująca lampa UV wzbudza cząsteczki  $SO_2$ . Soczewka kondensora skupia światło UV na zestawie lusterek. Zestaw ten składa się z czterech lusterek, które odbijają tylko określoną długość fali, tę która wzbudza cząsteczki  $SO_2$ .



Ryc. 13: Analizator dwutlenku siarki Model Thermo 43C

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

Elementem wymagającym szczególnej uwagi jest pompa poboru próby (Internal Sample Pump) oraz lampa UV (Flashlamp). Lista rekomendowanych części zamiennych obejmuje 9 pozycji (bez elementów elektroniki).

### 2.3.3. Analizator tlenków azotu - model Thermo 42C

Zasada działania analizatora Model 42C jest oparta na zjawisku reakcji cząsteczek tlenku azotu i ozonu. Cząsteczki te wchodząc ze sobą w reakcję, powodują powstawanie charakterystycznej chemiluminescencji, której natężenie jest liniowe i wprost proporcjonalne do stężenia tlenku azotu.

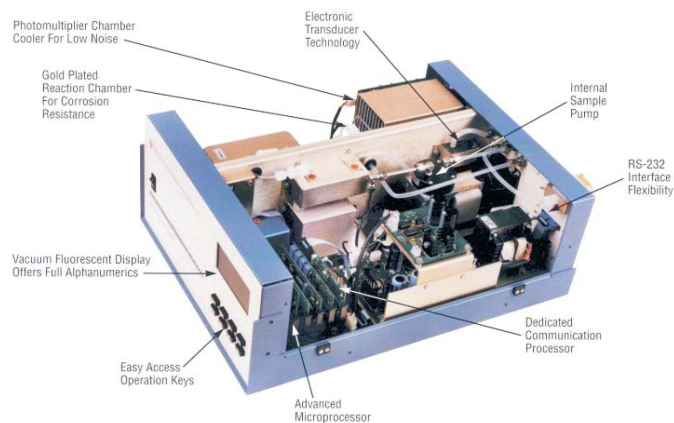
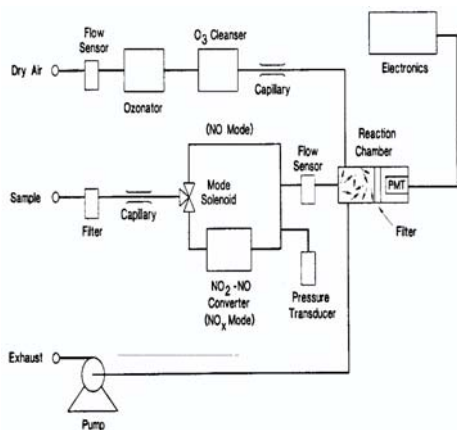
Promieniowanie podczerwone jest wynikiem przejścia wzbudzonych cząsteczek  $NO_2$  do niższych energetycznie stanów wzbudzenia.

Czyli:



Zanim zostanie zmierzone stężenie dwutlenku azotu ( $NO_2$ ), musi on zostać na początku przetworzony na tlenek azotu (NO).

Czynność ta dokonywana jest w molibdenowym konwerterze, ogrzewanym do temperatury ok.  $325^{\circ}C$ .



Ryc. 14: Analizator dwutlenku azotu model Thermo 42C

W bieżącej obsłudze analizatora należy zwracać szczególną uwagę na czystość chłodnicy.

Częściami, które najczęściej wymagają naprawy lub wymiany są:

- czujnik przepływu ozonu
- fotopowielacz
- pompa (membrana, łożyska)

Lista rekomendowanych części zamiennych obejmuje 20 pozycji (bez elementów elektroniki).

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

### 2.3.4. Analizator ozonu - Model Thermo 49C

Budowa modelu 49C oparta jest na zasadzie absorpcji ultrafioletowego (UV) światła o długości fali 254 nm przez cząsteczki ozonu. Stopień w jakim UV światło jest absorbowane ściśle wiąże się z koncentracją ozonu, co zostało opisane przez prawo Beer-Lamberta:

gdzie:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-KI}$$

$K$  = współczynnik absorpcji molekularnej, 308 cm<sup>-1</sup> (temperatura 0°C i 1 atmosfera)

$L$  = długość celi (38 cm)

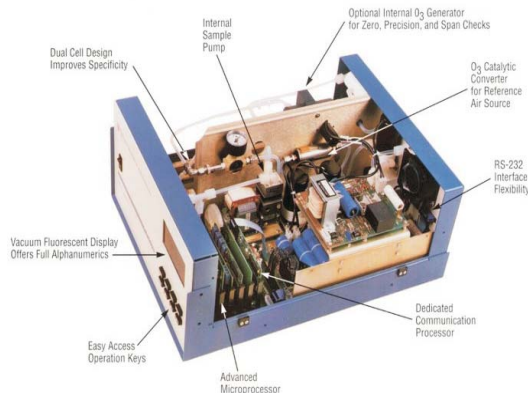
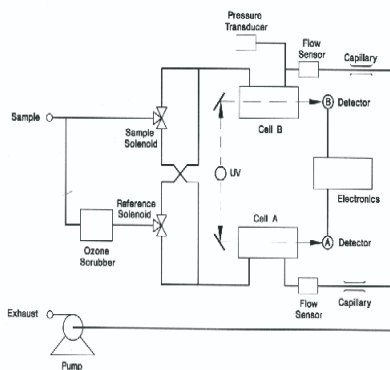
$C$  = koncentracja ozonu w ppm

$I$  = natężenie UV światła próbki z ozonem

$I_0$  = natężenie UV światła próbki bez ozonu (gaz referencyjny)

Próbka jest wprowadzana do Modelu 49C przez przegrodę SAMPLE i rozszczepiona na dwa strumienie gazu, co pokazuje rysunek 15. Jeden strumień gazu przepływa przez filtr ozonu i staje się gazem referencyjnym ( $I_0$ ). Następnie przepływa do zaworu Reference Solenoid. Natomiast próbka gazu ( $I$ ) przepływa w kierunku zaworu Sample Solenoid. Zawory solenoidowe regulują przepływ obu gazów: przez 10 sekund do celi A kierują gaz referencyjny, a do celi B próbkę, a po tym czasie odwrotnie. Kiedy w celi A znajduje się gaz referencyjny, to w celi B próbka i vice versa.

Natężenie UV światła w każdej z cel mierzone jest przez detektory A i B. Kiedy zawory solenoidowe puszczały strumienie gazu referencyjnego i próbki do przeciwnej celi, natężenie światła przez kilka sekund jest ignorowane, aż do wypełnienia celi. Model 49C oblicza koncentrację ozonu w każdej z cel. Średnie stężenie O<sub>3</sub> pokazuje zarówno na ekranie płyty przedniej jak i na wyjściach analogowych.



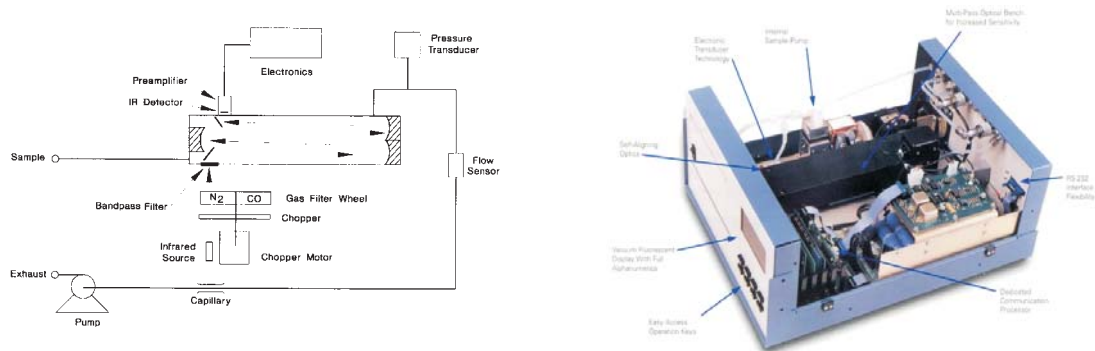
Ryc.15: Analizator ozonu Model Thermo 49C

Elementami najczęściej ulegającym awariom lub podlegającym zużyciu w analizatorze ozonu są skrubery i elektrozawory. Lista rekomendowanych części zamiennych obejmuje 8 pozycji (bez elementów elektronicznych).

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

### 2.3.5. Analizator tlenku (dwutlenku) węgla - Model Thermo 48C

Analizator tlenku węgla działa na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego przez cząstki CO przy długości fali 4-6 mikronów. Ponieważ pochłanianie podczerwieni jest nieliniową techniką pomiaru, elektronika urządzenia przetwarza podstawowy sygnał analizatora w wyjście liniowe.



Ryc.16: Analizator tlenku (dwutlenku) węgla Model Thermo 48C

Elementami najczęściej wymienianymi (ze względu na awarię lub zużycie) w analizatorach tlenku i dwutlenku węgla są:

- koło korelacyjne
- źródło IR
- elementy ławy optycznej
- pompa (membrana, łożyska).

Lista rekomendowanych części zamiennych obejmuje 17 pozycji, a lista elementów ławy optycznej 25.

### 2.3.6. Czujniki meteorologiczne

Najczęściej ulegają awarii elementy elektroniczne lub potencjometry. Problemem są awarie elementów integralnych urządzenia np. włos w higrometrze, które częstokroć wymagają wymiany całego podzespołu. Przez 7 lat działania w sieci ARMAAG wymieniono z powodu znacznych kosztów usunięcia awarii 3 komplety czujników.

## 2.4. Koszty finansowe sieci

Podstawowymi kosztami funkcjonowania sieci monitoringu regionalnego ARMAAG (poza kosztami osobowymi) są koszty eksploatacji stacji lokalnych. Składnikami i kosztów są:

1. Koszty energii elektrycznej (zasilanie stacji).
2. Koszty połączeń telefonicznych (przesył danych).
3. Koszty zabezpieczeń (monitoring antywłamaniowy i ubezpieczenie od kradzieży i zdarzeń losowych).
4. Koszty części zamiennych i serwisu urządzeń.



## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

### 2.4.1. Budżet roku 2003

Coroczny budżet Fundacji obejmuje koszty osobowe, koszty eksploatacji stacji, koszty administracyjne oraz koszty prac rozwojowych. W roku 2003 preliminowany budżet (bez kosztów konferencji) wynosił 620 000 PLN, pozyskane środki 626 000.

W ramach prac rozwojowych zmodyfikowano aplikacje do weryfikacji i walidacji danych oraz wykonano aplikacje do prezentacji informacji o jakości powietrza w Gdańsku bezpośrednio ze strony internetowej Miasta.

### 2.4.2. Koszty funkcjonowania

Optymalizacja kosztów działalności stacji lokalnych dotyczy przede wszystkim kontroli kosztów części zamiennych i serwisu. Staranna obsługa, ciągły dozór i codzienna analiza parametrów pracy urządzeń umożliwiła wczesne wykrywanie usterek i zapobieganie dużym awariom.

Na podstawie ewidencji zdarzeń prowadzonej od 1997 roku przedstawiono poniższy wykaz wymienionych części zamiennych w analizatorach pracujących w sieci ARMAAG.

Lp	Analizator, urządzenie	Ilość sztuk	Nazwa części	Ilość sztuk
1.	Eberline	8	łożyska	18
			łopatki	18
			taśma	9
2.	TEOM	2	zestawy naprawcze	8
3.	Analizator SO <sub>2</sub>	9	lampa UV	17
			lustra	1
			podstawka pod lampę	1
4.	Analizator NO <sub>2</sub>	9	czujnik przepływu ozonu	6
			lampa fotopowielacza	1
			ozonator	1
			elektrozawór	2
5.	Analizator O <sub>3</sub>	4	skruber	3
			elektrozawór	2
6.	Analizatory CO i CO <sub>2</sub>	8	koło korelacyjne do analizatorów CO	7
			źródło promieniowania IR	5
			detektor do analizatora CO	1
			grzałka	2
7.	Generator powietrza zerowego	9	reaktor	1
8.	Analizator NO + NH <sub>3</sub>	1	grzałka konwertera elektrozawór	1 1

Tabela 2. Zestawienie wymienionych części lata 1997 do 2003

Z uwagi na znaczne koszty części zamiennych (niejednokrotnie kilka tysięcy EURO lub USD) istotna jest możliwość dostępu do serwisu posiadającego niezbędne doświadczenie, wyszkolony personel oraz wyposażenie umożliwiające regenerację uszkodzonych elementów.

## 2. WARUNKI FUNKCJONOWANIA SIECI ARMAAG w roku 2003

Newralgiczne punkty analizatorów to tor poboru próby (ważna jest systematyczna wymiana filtrów) oraz te wszystkie elementy na których łatwo osadza się kurz (chłodnica w analizatorze tlenków azotu, siatka klimatyzatora).

W roku 2003 w sieci ARMAAG przeprowadzono 18 interwencji serwisowych.

### 3. Jakość pomiarów

Wymagania, jakie mają spełniać wyniki pomiarów ciągłych określone są w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 7 czerwca 2002 w tabeli 3.

Wymagania	Dwutlenek siarki, dwutlenek azotu i tlenki azotu	Zanieczyszczenia pyłowe i ołów	Benzen	Tlenek węgla	Ozon, dwutlenek azotu i tlenek azotu <sup>1</sup>
Dokładność <sup>2</sup>	15%	25%	25%	15%	15%
Minimalny procent ważnych danych	90%	90%	90%	90%	90% w lecie 75% w zimie

Tabela 3. Wymagania dla pomiarów ciągłych

Udziały procentowe w tabeli 3 podane są dla uśrednionych odpowiednio do okresu uśredniania wyników pomiarów, dla którego określono dopuszczalne poziomy substancji w powietrzu, dla 95% przedziału ufności.

Wymagania odnośnie minimalnej ilości ważnych danych nie uwzględniają utraty danych z powodu regularnej kalibracji lub normalnej konserwacji sprzętu.

#### 3.1. Pozyskiwanie wyników

W sieci ARMAAG w roku 2003 powyższe wymagania spełnione były dla wszystkich pomiarów za wyjątkiem benzenu i amoniaku.

Analizatory	Ilość sztuk	Średni % ważnych danych	
		2002	2003
Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	9	96,3	91,97
Dwutlenek azotu NO <sub>2</sub>	10	94,7	97,32
Ozon O <sub>3</sub>	4	93,6	98,70
Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	2	99,0	94,75
Tlenek węgla CO	6	95,3	95,23
Pył PM10	10	94,3	95,23
Benzen, toluen, ksylen BTX	1	76,9	61,42
Amoniak NH <sub>3</sub>	1		66,00

Tabela 4. Średni procent ważnych danych w sieci ARMAAG

<sup>1</sup>Na stacjach mierzących stężenia ozonu

<sup>2</sup>Dokładność pomiaru zdefiniowana jest w Przewodniku wyrażania niepewności pomiaru ISO 1993 lub w PrPN ISO 5725 1 Dokładność prawdziwość i precyzja wyników pomiarów