SYSTEM I URZĄDZENIE DO POMIARÓW W RUCHU ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO

Ryszard J. KATULSKI[1)], Jacek NAMIEŚNIK[1)], Jarosław SADOWSKI[1)], Jacek STEFAŃSKI[1)], Krystyna SZYMAŃSKA[2)], Waldemar WARDENCKI[1)]

[1)]Politechnika Gdańska

[2)]Fundacja ARMAAG

dofinansowane przez WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ W GDAŃSKU

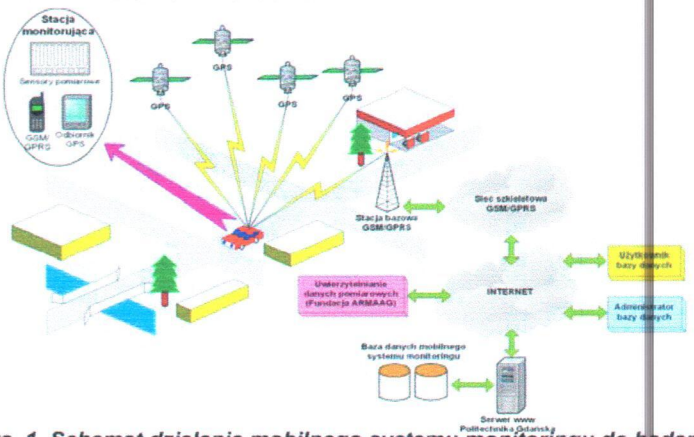
WPROWADZENIE

Dotychczasowe systemy monitorowania zanieczyszczeń gazowych powietrza atmosferycznego, zarówno automatyczne jak i manualne, dotyczą pomiarów stacjonarnych, czyli związane są ściśle z określonym punktem lub przestrzenią w otoczeniu tego punktu. Natomiast w prezentowanym systemie pomiar zanieczyszczeń odbywa się w strumieniu pojazdów i dotyczy gazowych zanieczyszczeń komunikacyjnych.

W skład systemu wchodzi oryginalne urządzenie do pomiarów w ruchu zanieczyszczeń gazowych powietrza atmosferycznego, dalej zwane ARPOL (akronim pochodzi od słów ARMAAG i POLitechnika Gdańska) i które jest przeznaczone do badania stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego następującymi związkami chemicznymi: C_6H_6, NO_2, NO_X, CO oraz CO_2. Urządzenie może być zainstalowane na dowolnym pojeździe ruchomym, typu autobus lub taksówka, stąd przekazuje do serwera, pełniącego rolę bazy danych, wyniki pomiarów stężeń w/w substancji w powietrzu wraz z informacją o położeniu i prędkości pojazdu, a także temperaturze i wilgotności powietrza w miejscu pomiaru. Transmisja danych pomiędzy urządzeniem a serwerem odbywa się przy wykorzystaniu modemu radiowego pracującego w systemie GSM/GPRS.

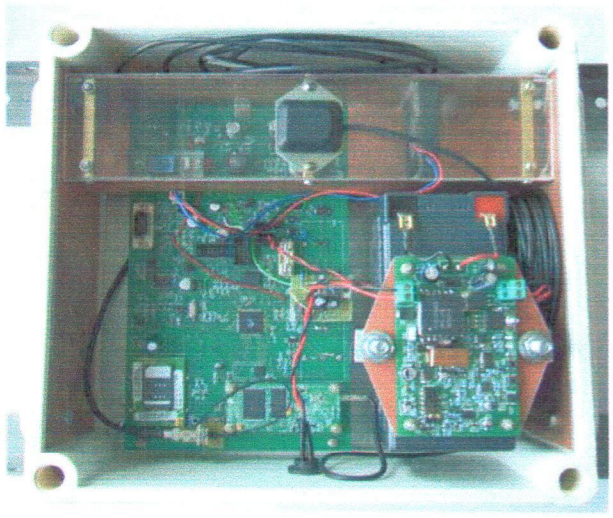
MOBILNY SYSTEM MONITORINGU

Schematyczny opis działania mobilnego systemu monitoringu (MSM) przedstawiono na rys. 1. System ten składa się z ARPOL-u, umieszczanego na pojeździe oraz serwera WWW, na którym została zorganizowana baza danych do gromadzenia i obróbki danych pomiarowych. Pomierzone przez ARPOL wartości stężeń związków chemicznych zostają przesyłane drogą radiową, poprzez infrastrukturę sieci komórkowej GSM/GPRS oraz sieć Internet, do serwera WWW zlokalizowanego w dowolnym miejscu, np. w Politechnice Gdańskiej. Tam zostają przetworzone i podlegają weryfikacji pod kątem ich wiarygodności. Następnie są sortowane według daty pomiaru i na zapotrzebowanie wyświetlane na monitorze uprawnionego użytkownika, za pomocą zwykłej przeglądarki stron WWW.



Rys. 1. Schemat działania mobilnego systemu monitoringu do badania i analizy zanieczyszczeń gazowych powietrza atmosferycznego wzdłuż ciągów komunikacyjnych

BUDOWA ARPOL-u



Rys. 2. Widok ARPOL-u w obudowie

Konstrukcja ARPOL-u opiera się na czujnikach półprzewodnikowych (grubowarstwowych) najnowszej generacji, wykonanych z nanostruktur o uziarnieniu od 30 do 50 nm. Czujniki są utrzymywane w temperaturze od 200 ^{0}C do 400 ^{0}C. Elektryczna odpowiedź czujnika jest proporcjonalna do stężenia określonego gazu w badanym powietrzu. Wysoką czułość i dużą dokładność pomiarów zapewnia zastosowanie specjalistycznych układów elektronicznych.

Do konstrukcji ARPOL-u zastosowano mikrokontroler z wbudowanymi przetwornikami analogowo-cyfrowymi, z serii AtMega. Układ mikrokontrolera został uzupełniony płytką modemu GSM/GPRS oraz odbiornikiem sygnałów GPS, a także układem interfejsu szeregowego RS232 i wymaganymi pomocniczymi obwodami zasilania. Na płycie głównej przewidziano także złącze do podłączenia płytki z ewentualnymi dodatkowymi czujnikami (nie przewidzianymi w pierwotnym projekcie), oraz układy transoptorów i elementów wykonawczych pozwalających na podłączenie sygnałów sterujących w przypadku potrzeby rozbudowy urządzenia.

SYSTEM I URZĄDZENIE DO POMIARÓW W RUCHU ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO

Ryszard J. KATULSKI[1)], Jacek NAMIEŚNIK[1)], Jarosław SADOWSKI[1)], Jacek STEFAŃSKI[1)], Krystyna SZYMAŃSKA[2)], Waldemar WARDENCKI[1)]

[1)] Politechnika Gdańska

[2)] Fundacja ARMAAG

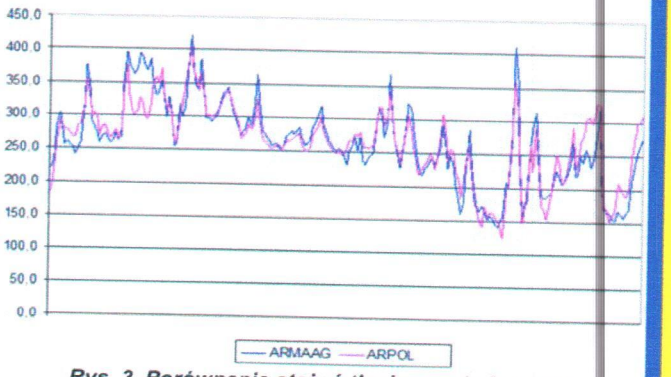
dofinansowane przez WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ W GDAŃSKU

TESTY FUNKCJONALNE

Po zbudowaniu ARPOL-u w pierwszej kolejności zostały przeprowadzone badania ekwiwalentności zastosowanej metody pomiarowej z wynikami referencyjnych analizatorów pochodzących ze stacji automatycznego monitoringu, będących częścią sieci Fundacji ARMAAG.

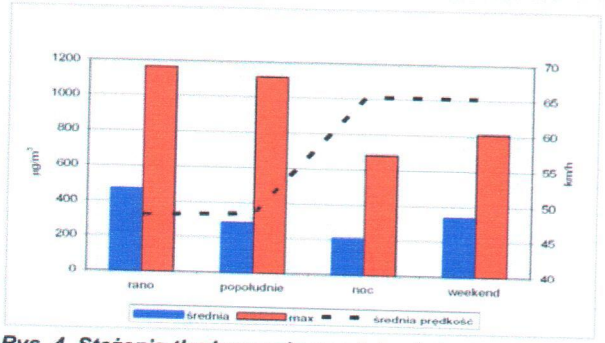
Analiza wyników pomiarów wykonanych przez ARPOL w czasie kilkunastu dni testowych z wynikami odniesienia, pochodzącymi z urządzeń Fundacji ARMAAG pozwoliło na ustalenie postaci zależności skalujących dla zastosowanych czujników pomiarowych.

Po wprowadzeniu współczynników korekcyjnych dopasowanie otrzymanych wyników pomiarowych za pomocą ARPOL-u do wyników ze stacji referencyjnych można uznać za zadowalające (błąd średni na poziomie zera). Przykładowe porównanie przebiegów stężeń tlenku węgla po korekcie dla serii pomiarowych ARPOL-u i analizatora referencyjnego sieci Fundacji ARMAAG przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Porównanie stężeń tlenku węgla [μg/m3] po wprowadzeniu równania korekcyjnego.

ZGROMADZENIE DANYCH POMIAROWYCH WZDŁUŻ WYBRANYCH TRAS KOMUNIKACYJNYCH



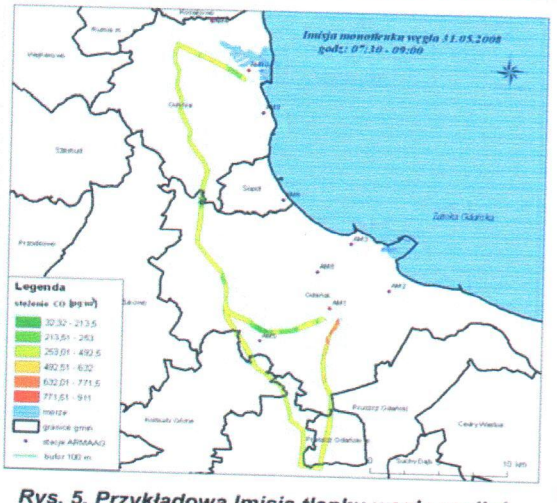
Rys. 4. Stężenia tlenku węgla w zależności od pory dnia i tygodnia oraz prędkości poruszania się pojazdu wzdłuż wybranego odcinka Obwodnicy Trójmiasta.

Badanie imisji substancji emitowanych z pojazdów poruszających się wzdłuż wyznaczonych tras wykonane zostało przy zastosowaniu stacji monitorującej ARPOL zamontowanej na dachu samochodu osobowego. Program przeprowadzonych badań obejmował:

- pomiary stężeń: tlenku węgla, tlenków azotu, ditlenku azotu, benzenu oraz ditlenku węgla;
- pozycjonowanie samochodu przy użyciu systemu GPS,
- pomiar prędkości samochodu,
- pomiar temperatury i wilgotności zewnętrznej.

Pomiary zostały przeprowadzone na wybranym odcinku Obwodnicy Trójmiasta oraz drogi krajowej i autostrady A1 na odcinku pomiędzy Gdańskiem a Tczewem. Przykładowe wartości stężenia tlenku węgla w zależności od pory dnia i tygodnia oraz prędkości poruszania się pojazdu na wybranym odcinku Obwodnicy Trójmiasta przedstawiono na rys. 4.

WIZUALIZACJA PRZESTRZENNA WYNIKÓW POMIAROWYCH



Rys. 5. Przykładowa Imisja tlenku węgla wzdłuż Obwodnicy Trójmiasta.

Pomiary zanieczyszczeń najczęściej wykonywane są w sposób stacjonarny w wybranych punktach miast reprezentatywnych dla większego obszaru, część stacji to stacje tła (wśród zabudowy oddalone nieznacznie od większych arterii komunikacyjnych), a część to stacje komunikacyjne w pobliżu arterii komunikacyjnych. Na podstawie kilku stacji trudno jest określić wartości stężeń dla całego obszaru miasta. Opracowany system wykonujący pomiary imisji w ruchu pozwala zbadać imisję w dowolnych miejscach wzdłuż arterii komunikacyjnych. Wyniki analiz zostały zaprezentowane przy pomocy oprogramowania typu GIS (*Geographic Information Systems*).

Do kolejnych analiz zgromadzonych danych pomiarowych została wykorzystana interpolacja przestrzenna, jako jedna z ważniejszych metod obliczeniowych w systemach geoinformacyjnych. Do opracowania danych pomiarowych wybrano metodę odwrotnych odległości IDW (*Inverse Distance Weighting*). W przypadku tego podejścia wartość zmiennej w punkcie interpolacji jest wyznaczana jako średnia wagowa z wartości otaczających punktów pomiarowych. Obliczając średnią wagową zakłada się, że wartość wagi jest odwrotnie proporcjonalna do odległości między punktem interpolowanym a punktem o danej wartości.

Mając na uwadze wyżej opisany sposób wizualizacji przestrzennej zgromadzonych wyników pomiarowych, na rys. 5 przedstawiono przykładowe rozkłady stężeń CO wzdłuż Obwodnicy Trójmiasta.