

AUTONOMICZNE STANOWISKO POMIAROWE DO MONITOROWANIA SKAŻEŃ WÓD POWIERZCHNIOWYCH PRODUKTAMI ROPOPOCHODNYMI

Andrzej MICHALSKI^{1,2}, Andrzej KALICKI²

¹⁾ Instytut Systemów Elektronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

²⁾ Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów Informacyjno-Pomiarowych, Politechnika Warszawska
00-661 Warszawa, ul. Koszykowa 75, fax. 022 629 29 62, anka@iem.pw.edu.pl

Streszczenie

Przedstawiono sposób realizacji autonomicznego stanowiska pomiarowego do monitorowania skażeń wód powierzchniowych produktami ropopochodnymi. Omówiono zagadnienia dotyczące sondy pomiarowej i wariantów konfiguracji sprzętowej stanowiska pomiarowego. Przedstawiono strukturę rozległego terytorialnie systemu pomiarowego i sposób komunikacji w ramach tego systemu. Omówiono zadania realizowane przez poszczególne elementy systemu pomiarowego.

Słowa kluczowe: ochrona środowiska, zanieczyszczenia produktami ropopochodnymi, system pomiarowy.

AUTONOMIC MEASUREMENT POINT FOR HYDROCARBON POLLUTION MONITORING OF SURFACE WATER

Summary

Principles of realization of the autonomic measurement point for hydrocarbon pollution monitoring of surface water are presented. Problems concerning to the measuring probe and variants of hardware configuration of the autonomic measurement point are described. The structure of territorial extensive measurement system and principles of communication in this system are shown. Main tasks realized by elements of the measurement system are explained.

Keywords: environmental protection, hydrocarbon pollution, measurement system.

1. WSTĘP

Celem artykułu jest przedstawienie rozwiązania rozproszonego oraz rozległego terytorialnie systemu pomiarowego, wykorzystującego technologie internetowe. Głównym zadaniem prezentowanego systemu jest monitorowanie stopnia skażenia środowiska naturalnego produktami ropopochodnymi.

Potencjalnymi źródłami skażeń są: oczyszczalnie ścieków, stacje benzynowe, magazyny paliw, rafinerie naftowe, zakłady przemysłowe i porty morskie. Z kolei do obiektów, które najbardziej są narażone na zanieczyszczenia produktami ropopochodnymi, można zaliczyć: ujęcia wody pitnej, stawy hodowli ryb i naturalne zbiorniki wodne (rozlewiska rzek, poldery, itp.).

Zadaniem systemu monitorowania skażeń jest ustanowienie kontroli nad miejscami, które są źródłem zanieczyszczeń lub mogą ulegać zanieczyszczeniom. Wymaga to umieszczenia w tych miejscach stanowisk pomiarowych zbierających dane o zanieczyszczeniach produktami ropopochodnymi.

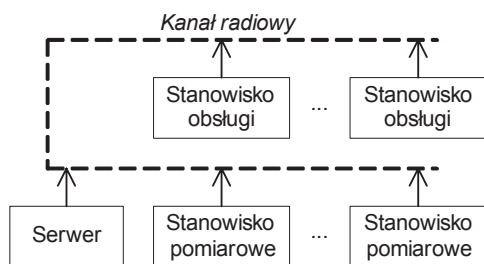
Dane ze stanowisk pomiarowych przesyłane są do serwera, który te dane przechowuje w bazie danych, przetwarza, analizuje i w sytuacjach, gdy zanieczyszczenia przekraczają dopuszczalny poziom przesyła sygnały alarmowe do odpowiednich służb. Sygnały te zawierają informację o poziomie skażenia zanieczyszczeniami oraz miejscu ich występowania, co z kolei powinno powodować odpowiednie reakcje, np. blokowanie danego ujęcia wodnego.

Podstawowym efektem działania serwera będzie stworzenie obrazu stanu zanieczyszczeń w kraju.

Stanowiska obsługi są dodatkowymi elementami systemu pomiarowego udostępniającymi upoważnionym osobom informację o zanieczyszczeniach i dają możliwość sterowania pracą systemu.

Sterowanie pracą systemu polega na przesyłaniu komend do serwera dotyczących postaci przesyłanych danych o zanieczyszczeniach oraz komend sterujących pracą systemu pomiarowego. Stanowiska obsługi otrzymują także informację statusową opisującą działanie systemu pomiarowego. Do stanowisk obsługi mają dostęp jedynie osoby uwierzytelnione.

Schemat blokowy systemu monitorowania zanieczyszczeń wód powierzchniowych przez produkty ropopochodne przedstawia rys. 1.

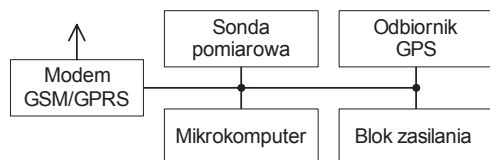


Rys. 1. Schemat blokowy systemu do monitorowania zanieczyszczeń wód powierzchniowych przez produkty ropopochodne

Rozległość terytorialna systemu i konieczność umieszczania stanowisk pomiarowych w dowolnym miejscu kraju preferuje łączność radiową dla realizacji komunikacji pomiędzy stanowiskami pomiarowymi i centralnym serwerem. Ze względu na dostępność, szybkość i niezawodność przesyłania informacji oraz niskie koszty eksploatacji zdecydowano się wykorzystać system łączności GSM/GPRS [3]. W niektórych przypadkach może być stosowana łączność przewodowa, przede wszystkim przy komunikacji pomiędzy stanowiskami obsługi i serwerem.

Stanowisko pomiarowe jest w pełni autonomiczne i niezależne od miejsca, w którym jest umieszczane i stąd jego nazwa – autonomiczne stanowisko pomiarowe (ASP).

Schemat blokowy stanowiska pomiarowego przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy autonomicznego stanowiska pomiarowego do monitorowania zanieczyszczeń wód powierzchniowych przez produkty ropopochodne

W skład ASP wchodzi: sonda pomiarowa dla pomiaru zanieczyszczeń produktami ropopochodnymi, mikrokomputer, system łączności GSM/GPRS [3], system lokalizacji geodezyjnej GPS i źródło zasilania.

Stanowisko pomiarowe realizuje szereg funkcji. Dokonuje pomiarów zanieczyszczenia w danym punkcie pomiarowym. Lokalnie archiwizuje wyniki pomiarów, określa dokładny czas i miejsce pomiaru. Komunikuje się z serwerem, zapewnia zasilanie w energię elektryczną poszczególnych elementów stanowiska z sieci energetycznej, akumulatorów lub baterii słonecznych.

Stanowisko pomiarowe będzie pracować w trudnych warunkach polowych, co musi być uwzględnione w ostatecznej konstrukcji stanowiska.

Wykorzystanie systemu GPS pozwala na dokładną lokalizację terenową ASP, a w dalszej kolejności jest podstawą zobrazowania przez serwer informacji o zanieczyszczeniach na mapach terenowych.

2. STANOWISKO POMIAROWE

2.1. Konfiguracje stanowiska pomiarowego

Stanowisko pomiarowe jest realizowane w trzech konfiguracjach w zależności od zastosowanego procesora: wyspecjalizowanego mikrokomputera ADAM-4500, mikrokomputera przemysłowego PCM-3350 w standardzie PC/104 [1] lub mikrokomputera dedykowanego phyCORE [6].

Typ mikrokomputera zastosowanego w stanowisku pomiarowym decyduje o sposobie realizacji pozostałych bloków systemu pomiarowego. Postać konfiguracji stanowiska pomiarowego niewiele wpływa na jego funkcjonalność. Stopień realizacji niektórych funkcji może być ograniczony przez możliwości obliczeniowe i zasoby sprzętowe (głównie przez rozmiar pamięci operacyjnej) stosowanych mikrokomputerów.

Wariantowa realizacja punktu pomiarowego pozwala na wybór ostatecznego rozwiązania najbardziej pasującego do konkretnych wymagań użytkowych.

Unifikacja stanowisk pomiarowych zapewni ich mobilność i wymiennalność. Przy realizacji trzech konfiguracji stosuje się zasadę daleko posuniętej odpowiedniości funkcjonalnej elementów składowych. Pozwoliło to na stworzenie wspólnego oprogramowania niezależnie od konkretnej konfiguracji. Różnią się jedynie moduły oprogramowania sterujące bezpośrednio elementami składowymi stanowiska.

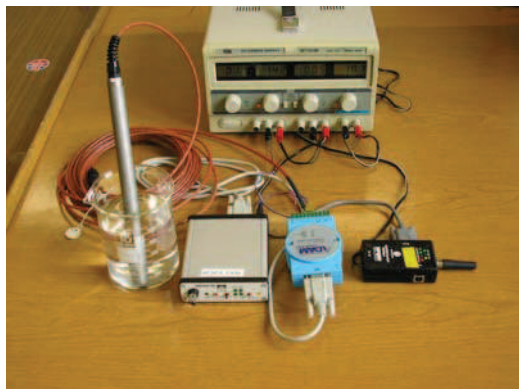
Możliwa jest też rozbudowa stanowiska pomiarowego o dodatkowe czujniki pomiarowe np. pomiar temperatury, skład elektrochemiczny wody lub czujniki ochrony dostępu do obszaru objętego nadzorem, co dodatkowo pozwoli na zintegrowanie z systemem ochronno-kontrolnym.

Na rys. 3 przedstawiono model laboratoryjny stanowiska pomiarowego z mikrokomputerem ADAM4500.

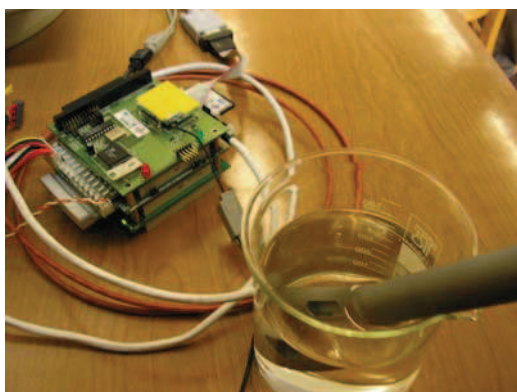
Mikrokomputer jest połączony z sondą pomiarową i odbiornikiem GPS Orcam20 poprzez sprzęg RS-485.

Mikrokomputer ADAM4500 charakteryzuje się małym poborem mocy i możliwością wykonywania jedynie prostych programów.

Rozwiązanie stanowiska pomiarowego w wersji laboratoryjnej bazujące na standardzie PC/104 przedstawiono na rys. 4.



Rys. 3. Wersja laboratoryjna stanowiska pomiarowego z mikrokomputerem ADAM4500



Rys. 4. Wersja laboratoryjna stanowiska pomiarowego z mikrokomputerem PCM-3350

Mikrokomputer PCM-3350 jest połączony z sondą pomiarową za pomocą sprzęgu RS-485, a z odbiornikiem GPS PCM-3292 - poprzez magistralę systemową PC/104. Mikrokomputer może być wyposażony w dodatkowe karty DAQ dedykowane pod konkretne zestawy czujników skażeń i przetworników do pomiaru parametrów elektrochemicznych wody.

Standard PC/104 jest stosowany w wielu aplikacjach wbudowanych mikrokomputerów. Wielką zaletą standardu jest prawie pełna zgodność z architekturą 32-bitową Intelu [2]. Dzięki temu, to same środowisko programistyczne może być użyte dla komputerów osobistych i dla komputerów PC/104. Skraca to czas realizacji projektów. Wadą rozwiązań na PC/104 są większe rozmiary fizyczne i większy pobór mocy ze źródła zasilania w porównaniu, na przykład z rozwiązaniem na mikrokomputerach z rodziny ARM. Główną zaletą PC/104 jest możliwość tworzenia wysoce skalowalnych rozwiązań z możliwością stosowania sprzętu, który może pracować w bardzo nieprzyjnym środowisku.

Rys. 5 przedstawia elementy składowe stanowiska pomiarowego z mikrokomputerem phyCORE. Mikrokomputer ten charakteryzuje się

bardzo dużą mocą obliczeniową przy jednocześnie najmniejszym poborze mocy ze źródła zasilania z trzech prezentowanych wersji stanowiska pomiarowego.



Rys. 5. Elementy składowe wersji laboratoryjnej stanowiska pomiarowego z mikrokomputerem phyCORE

Mikrokomputer współpracuje z sondą pomiarową poprzez sprzęg RS-485, a z odbiornikiem GPS ORCAM20 i modemem GSM/GPRS Motorola Tg20 – poprzez sprzęg RS-232.

2.2. Własności elementów składowych

Sonda pomiarowa

Pomiar zanieczyszczeń produktami ropopochodnymi, w większości zastosowań jest ograniczony do zakresu od 0 do 100 ppm. Sonda pomiarowa nie powinna być czuła na inne zanieczyszczenia i zmiany temperatury.

Sonda pomiarowa DHP-485 (rys. 6), produkowana przez amerykańską firmę FCI Environmental, jest jedną z niewielu, spełniającą powyższe warunki. Sonda DHP-485 jest światłowodowym czujnikiem natężeniowym, wykorzystującym zasadę naruszenia warunków całkowitego odbicia strumienia świetlnego w światło-wodzie przez zanieczyszczenia ropopochodne.

Sonda DHP-485 wykrywa jedynie te węglowodory, których cząsteczki zawierają więcej, niż sześć atomów węgla.



Rys. 6. Sonda pomiarowa DHP-485

Są to związki należące do węglowodorów z grupy BETX (benzen, etylobenzen, toluen, ksylen) i węglowodorów C6. Zakres pomiarowy sondy zawiera się w przedziale $0 \div 2000$ ppm. Rozdzielczość pomiarów wynosi 0,1 ppm dla ksylenu. Błąd pomiaru wynosi 3 ppm w przedziale $0 \div 30$ ppm i 10 % odczytu w przedziale $30 \div 2000$ ppm. Czas pojedynczego pomiaru wynosi 12÷60 s. Czas ustalenia się wyniku pomiaru po zmianie stężenia węglowodorów w badanym roztworze, mierzony do momentu ustalenia się sygnału z pierwotnego przetwornika pomiarowego, wynosi około 5 minut. Środowiskiem pracy sondy może być woda, ścieki lub para wodna. Sonda może pracować w zakresie temperatur $0 \div 50$ °C. Komunikacja z sondą odbywa się w standardzie RS-485 z buforowaniem danych pomiarowych. Protokół transmisji jest prosty i opiera się na zasadzie pytań i odpowiedzi. Komenda inicjująca, wysłana do sondy, rozpoczyna pomiar. Po zakończeniu pomiaru sonda wysyła informację statusową i wynik pomiaru może zostać odczytany. Czas odpowiedzi sondy zależy od warunków pomiaru (szybkości przepływu wody). Charakterystyka przetwarzania sondy nie jest liniowa i pomiary po-winny być poprzedzone kalibracją, która zmniejsza błąd pomiaru do 5 %. Pobór mocy przez sondę ze źródła zasilania wynosi 200 mW.

Odbiorniki GPS

Określenie położenia punktu pomiarowego jest realizowane za pomocą odbiorników GPS ORCAM20 i PCM-3292. Odbiornik ORCAM20 komunikuje się z mikrokomputerem poprzez dwa porty szeregowo RS-232. Wykonany jest w technologii SiRFStar II/LP. Zapewnia pomiar położenia z dokładnością 5 m (GPS) i 2 m (DGPS). Czas pomiaru wynosi 0,1 s. Transmisja tekstowych danych nawigacyjnych ASCII odbywa się według protokołu NMEA-0183, stworzonego przez National Marine Electronics Association (USA). Pobór mocy ze źródła zasilania nie przekracza 0,35 W.

Odbiornik PCM-3292 zbudowany na układzie Rockwell Jupiter przeznaczony jest dla mikrokomputerów w standardzie PC/104. Zapewnia on dokładność pomiaru odległości równą 10 m. Czas pomiaru odległości wynosi 1 s. Transmisja danych pomiarowych odbywa się zgodnie z protokołem NMEA-0183. Pobór mocy ze źródła zasilania jest równy 0,8 W.

Komunikacja GSM/GPRS

Komunikacja bezprzewodowa GSM/GPRS dla mikrokomputera (PC/104) jest realizowana za pomocą układów PCM-3112 lub GC79.

Układ PCM-3112 współpracuje z magistralami PCMCIA typu I, II lub III i ma programowalny BIOS o rozmiarze 32 kB. Układ GC79 współpracuje z magistralą PCMCIA typu II. Transmisja radiowa

może odbywać się w zakresach częstotliwości 900, 1800 oraz 1900 MHz i wykorzystuje kodowanie CS-1.4 zapewniające szybkość do 85,6 kbps. Możliwa jest także komunikacja z bezprzewodową siecią lokalną IEEE 802.11b. Pobór mocy ze źródła zasilania przez układ wynosi $0,35 \div 2,6$ W.

Komunikacja bezprzewodowa GSM/GPRS jest realizowana także za pomocą układu Motorola Tg20 dołączanego do mikrokomputera za pomocą sprzęgów RS-232 i USB. Układ może pracować w zakresach częstotliwościowych 900/1800 MHz i 950/1900 MHz. Istnieje możliwość podłączenia klawiatury, wyświetlacza i prowadzenia rozmów audio. Pobór mocy ze źródła zasilania przez układ wynosi $0,012 \div 2$ W.

Układy modemów realizują komunikację z serwerem za pomocą protokołów sieciowych TCP/IP i UDP/IP z pominięciem najniższej warstwy protokołów. Stanowisko pomiarowe ma dynamiczny adres IP w Internecie i komunikuje się z serwerem z szybkością 48 kb/s.

Mikrokomputery

Mikrokomputer ADAM4500 zbudowany jest na 16-bitowym mikrokomputerze jednocukładowym 80188, 40 MHz. Ma pamięć programu 256 kB ROM i pamięć danych 256 kB z możliwością rozbudowy do 404 kB. Komunikacja z otoczeniem odbywa się przez porty szeregowo RS-232/RS-485, RS-485 i specjalny RS-232. Pobór mocy ze źródła zasilania wynosi 2 W.

Mikrokomputer PCM-3350 zrealizowany jest w standardzie PC/104 na mikroprocesorze Geode GX1-300 (300 MHz, architektura IA32) wyposażonym w pamięć programu Compact Flash z możliwością rozbudowy do 2 GB i pamięć danych 128 MB. Do komunikacji z otoczeniem służą porty PC/104, RS-232, RS-232/485, RJ-45, USB i EIDE. Pobór mocy ze źródła zasilania wynosi około 7 W.

Mikrokomputer phyCORE [6] zbudowany jest na 32-bitowym mikrokomputerze jednocukładowym LPC2294 [5] (ARM), 60 MHz, architektura RISC) wyposażonym w pamięć programu 256 kB Flash i pamięć danych 16 kB oraz 8-kanalowy, 10-bitowy przetwornik A/C. Komunikacja z otoczeniem odbywa się przez porty szeregowo: dwa RS-232 i cztery CAN. Procesor charakteryzuje się dużą szybkością pracy, typową dla architektury RISC. W bardzo krótkim czasie odpowiada na przerwania. Pracuje z dużą niezawodnością przy wykonywaniu programów w czasie rzeczywistym. Pobór mocy ze źródła zasilania wynosi 1 W.

Serwer

Serwer będzie implementowany na różnych komputerach (maszyna serwerowa, typowy PC lub mikrokomputer w standardzie PC/104). Pozwoli to na dopasowanie się do konkretnych potrzeb przy instalacji systemu i na sterowanie kosztami systemu.

Realizacja serwera opiera się na stosie oprogramowania open source nazywanym LAMP [4] (Linux – system operacyjny, Apache – serwer web, MySQL – baza danych, PHP – język programowania). Taka konfiguracja ma bardzo duże możliwości dzięki własnościom języka programowania PHP integrującego stos oprogramowania za pomocą szeregu bibliotek (modułów). Jednocześnie ta konstrukcja zapewnia bardzo dużą niezawodność przy pracy w czasie rzeczywistym.

Rozpatrywana jest też realizacja serwera w konfiguracji programowej WAMP (Windows, Apache, MySQL, PHP). Jednakże taka konfiguracja ma mniejsze możliwości użytkowe ze względu na ograniczenia systemu Windows przy pracy w czasie rzeczywistym. Nie pozwala to wykorzystywać wszystkich możliwości języka PHP. Najbardziej odpowiednim będzie tutaj implementacja serwera IIS. Serwer z systemem Windows jest mniej niezawodny w pracy, niż serwer z systemem Linux.

Punkty pomiarowe są okresowo odpytywane przez serwer odnośnie stanu zanieczyszczenia środowiska. Punkty pomiarowe mogą inicjować komunikację z serwerem w sytuacji, gdy zanieczyszczenie wody w danym momencie gwałtownie wzrośnie. Informacja z sondy jest uzupełniona o dane informujące o położeniu geodezyjnym czujnika i czasie pomiaru z odbiornika GPS.

Aplikacja w serwerze steruje całością systemu, monitoruje zdalnie stan systemu i zbiera całość informacji w bazie danych. Stan systemu przedstawiają raporty w formie dokumentów HTML, generowanych dynamicznie w serwerze przez aplikację w języku PHP i przeznaczonych dla przeglądarek web. Dzięki temu informacja z systemu może być udostępniana w dowolnym miejscu mającym połączenie z Internetem. Dla archiwizacji pracy systemu będą tworzone dokumenty PDF z użyciem biblioteki ClibPDF. Format raportów z systemu może być dynamicznie modyfikowany stosownie do zapytań od klientów systemu. Stosowane graficzne przedstawianie informacji pozwalające na łatwiejsze analizowanie dużych objętości danych. Możliwe jest to poprzez zastosowanie bibliotek GD2 i Image_Graph.

Obsługa bazy danych w języku SQL daje bardzo duże możliwości przetwarzania danych zgromadzonych w bazie.

Dla zapewnienia uprawnionego dostępu do informacji z systemu będzie zastosowane uwierzytelnienie osób otrzymujących informację.

Uwierzytelnienie jest realizowane w dwóch etapach: identyfikacji kiedy sprawdza się czy dany podmiot jest naprawdę tym za kogo się podaje i autoryzacji, kiedy sprawdza się, jakie uprawnienia ma podmiot do dostępu do wybranej informacji.

Całość informacji przesyłanej w systemie przez wszystkie media będzie szyfrowana.

Sytuacje awaryjne dotyczące pracy systemu i wzrostu zanieczyszczenia środowiska będą sygnalizowane odpowiednio personelowi zarządzającemu systemem i grupom ratunkowym za pomocą komunikatów SMS przesyłanych przez sieć GSM i e-maili – poprzez Internet z użyciem pocztowych protokołów sieciowych SMTP i POP3.

Serwer będzie wykonywał szereg aplikacji pod systemem operacyjnym Linux lub Windows.

Podstawową jest aplikacja obsługująca komunikację z punktami pomiarowymi według odpowiedniego protokołu transmisyjnego.

Kolejna aplikacja zapisuje dane z punktów pomiarowych w bazie danych (MySQL lub Postgres).

Serwer prezentuje wyniki pomiarów w postaci stron internetowych upoważnionym osobom. Informacja o skażeniach i stanie pracy systemu jest przedstawiana na mapie lokalizującej położenie punktów pomiarowych.

Pakiet oprogramowania dla Windows Visual Studio 2005 daje duże możliwości przy opracowywaniu aplikacji web z użyciem ASP.NET. Środowisko Visual Studio IDE jest interesującą alternatywą dla narzędzi web systemu operacyjnego Unix, ponieważ umożliwia bezpośredni dostęp do Inter-fejsu GUI systemu Windows i baz danych. Serwer web IIS obsługujący aplikacje stworzone w Visual Studio może być zainstalowany w systemach operacyjnych Windows XP i Windows Server 2003.

Dodatkową zaletą Visual Studio jest możliwość programowania usług web na platformach ruchomych. Za pomocą narzędzia ASP Mobile Application Development można bardzo prosto obsługiwać dostęp w bardzo krótkim czasie (dla stanów alarmowych) do telefonów i palmtopów z GSM – stanowisk obsługi.

3. KOMUNIKACJA W SYSTEMIE

3.1. Struktura ramki

Dla komunikacji w systemie pomiarowym opracowano własny format przesyłania komend i danych oraz protokół wymiany informacji. Są one dopasowane do potrzeb systemu pomiarowego.

Format przesyłania komend i danych w systemie dopuszcza wykorzystanie obu postaci informacji: tekstowa i binarnej. Ze względu na to, że informacja w Internecie przesyłana jest najczęściej w formacie tekstowym, to ten format przyjęto jako podstawowy dla systemu. Informacja tekstowa przesyłana jest w oryginalnej postaci. Przy czym jest czysty format tekstowy, a nie format XML, który dodaje znaczniki do tekstu. Informacja binarna w systemie przesyłana jest za pomocą znaków szesnastkowych ASCII. Taki sposób kodowania informacji ma następujące zalety w porównaniu z XML: znacznie mniejszą ilość przesyłanych danych, większą szybkość przesyłania danych, mniejszy wpływ błędów w transmisji,

większą szybkość przetwarzania informacji po stronie nadawczej i odbiorczej.

Przesyłana informacja obudowywana jest w dodatkową informację tworzącą strukturę ramki i zawierającą: pola sterujące, pola danych, dane tekstowe, dane binarne i algebraiczną sumę kontrolną (rys. 7). Pola sterujące zawierają: numer stanowiska pomiarowego, numer ramki, data i czas, typ komendy lub informacji statusowej, długość danych tekstowych, długość danych binarnych. Pola danych zawierają dane tekstowe i dane binarne.

Pola sterujące	Pola danych	Suma kontrolna
----------------	-------------	----------------

Rys. 7. Struktura ramki dla przesyłania informacji

Opracowany protokół wymiany informacji realizuje szereg zadań. Obsługuje sytuacje awaryjne przy nadawaniu informacji poprzez kontrolę potwierżeń odbioru ramek. Obsługuje sytuacje awaryjne przy odbiorze informacji poprzez sprawdzanie prawidłowości postaci ramki, wykrywanie błędów transmisji za pomocą sumy kontrolnej i wysyłanie żądań powtórzenia nadania ramki. Protokół wymiany informacji obsługuje także pliki diagnostyczne nadawania i odbioru oraz wymiany informacji. Pliki te rejestrują zdarzenia dotyczące obsługi informacji w systemie.

3.2. Komendy i informacja statusowa

Zestaw komend dla kierunku transmisji: serwer → stanowisko pomiarowe steruje pracą stanowiska pomiarowego. Inicjuje jego pracę, przesyła wszystkie niezbędne parametry. Określa odstępy czasu pomiędzy pomiarami, zgłasza żądanie zrzutu archiwum do serwera oraz zgłasza żądanie przesłania informacji statusowej do serwera.

Zestaw komend dla kierunku transmisji: serwer ← stanowisko pomiarowe określa postać informacji dotyczącej pracy stanowiska pomiarowego. Przesyłane są dane pomiarowe do serwera zgodnie z komendą z serwera oraz sygnalizowane są sytuacje awaryjne (podwyższony stan zanieczyszczeń, przepełnienie lokalnego bufora danych i nieprawidłowości w pracy stanowiska pomiarowego).

Zakończenie

W artykule przedstawiono warianty budowanych autonomicznych stanowisk pomiarowych do monitorowania skażeń wód powierzchniowych produktami ropopochodnymi. Stanowiska te są częścią rozproszonego terytorialnie systemu pomiarowego, który aktualnie powstaje na Politechnice Warszawskiej. Analiza metod przesyłu informacji w systemach terytorialnie rozproszonych wskazała na konieczność zastosowania łączności radiowej GSM/GPRS pomiędzy elementami

systemu. Dodatkowo, prowadzona analiza wskazała na możliwość efektywnego wykorzystania serwera WWW jako centralnej jednostki zarządzającej wymianą informacji pomiędzy autonomicznymi punktami pomiarowymi a potencjalnymi odbiorcami. Dane pomiarowe są zbierane przez serwer WWW, który je przetwarza i udostępnia upoważnionym osobom w postaci stron WWW. Serwer służy także do sterowania systemem pomiarowym.

W roku 2007 przewidywane jest uruchomienie całości systemu pomiarowego w wybranych punktach na terenie kraju oraz włączenie go do krajowej sieci wczesnego ostrzegania przed katastrofami ekologicznymi. Prowadzone prace finansowane są w ramach programu wieloletniego PW-004 „Metody i urządzenia do wykrywania i monitorowania zanieczyszczeń wód i ścieków produktami ropopochodnymi”.

LITERATURA

- [1] PC/104 Embedded Consortium *PC/104 Specification Version 2.4*, San Francisco, August 2001.
- [2] Intel Corporation *IA-32 Intel® Architecture Software Developer's Manual*, Santa Clara, 2005.
- [3] Geoff Sanders et al., *GPRS Networks*, London, John Wiley & Sons Ltd. 2003.
- [4] Karim Yaghmour, *Building Embedded Linux Systems*, Farnham, O'Reilly Media, 2003.
- [5] Philips *LPC2292/LPC2294 16-bit/32-bit ARM microcontrollers. Product data sheet Rev. 03*, Eindhoven, November 2005.
- [6] PHYTEC *phyCORE-LPC2292/94 Hardware Manual*, Mainz, PHYTEC, October 2005.



Prof. dr hab. inż. **Andrzej MICHALSKI** jest autorem ponad 100 publikacji w czasopismach i materiałach konferencyjnych. Od szeregu lat zajmuje się zagadnieniami pomiaru wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Jest członkiem IEEE

Instrumentation and Measurement Society o statusie Senior Member.



Dr inż. **Andrzej KALICKI** jest autorem około 30 publikacji. Jego zainteresowania naukowe dotyczą systemów pomiarowych, telemetrii i przetwarzania danych pomiarowych.