

dr inż. A. Wieczyński, mgr inż. J. Mickiewicz, mgr inż. A. Perski  
Zakład Inteligentnych Systemów Mobilnych  
Laboratorium Monitorowania Satelitarnego  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP  
e-mail: [awieczynski@piap.pl](mailto:awieczynski@piap.pl)  
<http://www.piap.pl>  
02-486 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202

## **WSPOMAGANIE BEZPIECZEŃSTWA PRZEWOZÓW PASAŻERÓW I ŁADUNKÓW PRZY UŻYCIU WIELOKANALOWEJ RADIOKOMUNIKACJI SATELITARNEJ**

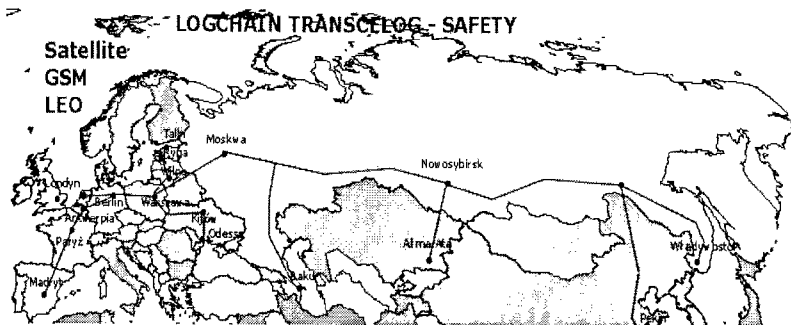
*W publikacji omówiono prace nad zwiększeniem bezpieczeństwa transportu pasażerów i ładunków na korytarzach transportowych biegnących przez wiele krajów przy zastosowaniu monitorowania satelitarnego za pomocą dwukanałowego systemu radiokomunikacji satelitarnej opracowanego w PIAP w ramach projektu „LOGCHAIN-TRANSCHELOG-SAFETY”.*

### **Improvement of passenger and freight transport safety with application of multimodal satellite communication.**

*In paper are shortly described works in the field of improving of passenger and freight transport on international transport corridors and satellite radio-communication with dual channel monitoring worked out in PIAP as part of the project „LOGCHAIN-TRANSCHELOG-SAFETY”.*

Długie trasy (korytarze transportowe) np. przechodzące przez Polskę korytarze wschód zachód wymagają szczególnej uwagi ze względu na ich długość, przebieg przez wiele krajów różniących się infrastrukturą transportową i telekomunikacyjną.

Na rysunku 1 pokazano przebieg korytarza transportowego wschód zachód



Rys. 1. Korytarz transportowy wschód zachód.

Możliwość uzyskania informacji o bieżącym stanie i miejscu ładunku jest bardzo ważna dla jego właściciela. Może on skupić się na planowaniu dalszych operacji dotyczących tego transportu. W przypadku przewozów pasażerskich można na bieżąco planować akcje w sytuacjach szczególnych np. zagrożeń lub w przypadku opóźnień gdyż informacje o położeniu wagonów, autobusów mogą być przesyłane do Centrum szybkiego reagowania, są one również na bieżąco wizualizowane na mapach cyfrowych.

Systemy działające w oparciu wyłącznie o sieć GSM są zależne od jej zasięgu i pokrycia na terenie danego kraju, problemy pojawiają się na terenach górzystych, w gęsto zabudowanych miastach oraz gdy ładunek jest przesyłany w transporcie międzynarodowym.

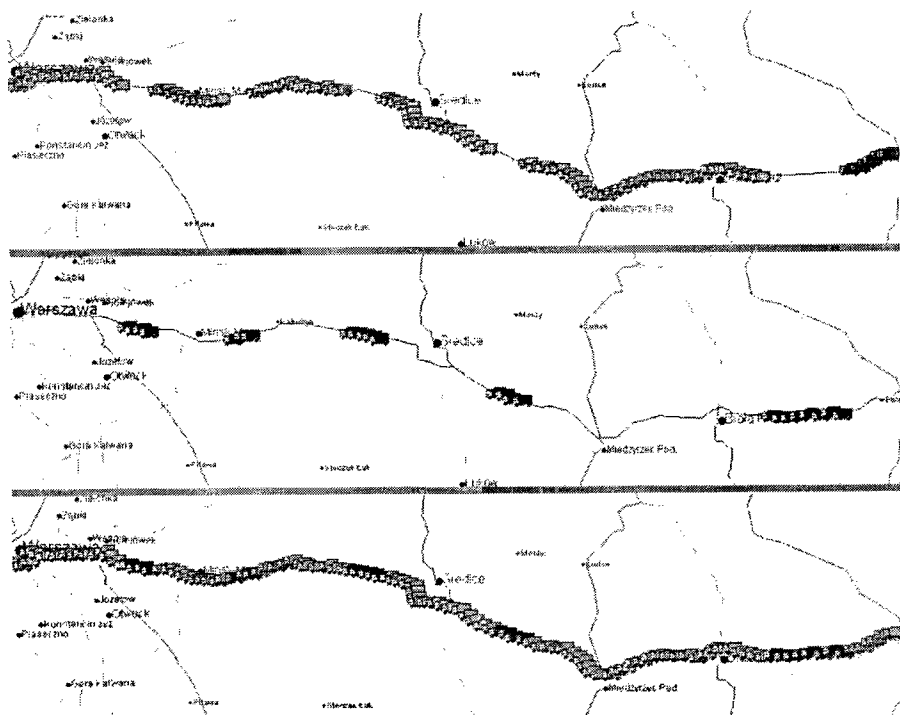
PIAP opracował koncepcję podwyższenia bezpieczeństwa transportu przez zastosowanie dwukanałowej radiokomunikacji z wykorzystaniem radiokomunikacji satelitarnej (INMARSAT- D+ i GLOBALSTAR) oraz telefonii komórkowej GSM/GPRS.

Do określania pozycji geograficznej ładunku użyto systemu satelitarnego GPS. System GPS wykorzystuje 24 satelity Navstar (Global Positioning System), krążące po sześciu orbitach okołozemskich. Sygnały wysyłane przez satelity i odbierane za pośrednictwem odpowiednich urządzeń pozwalają na określenie pozycji, prędkości oraz kursu pojazdu. Dokładność określania pozycji wynosi 10-25m, a przy zastosowaniu stacji referencyjnych do 2m.

Koncepcja polega na zwiększeniu niezawodności systemu przekazywania informacji o przewozie przez dodanie alternatywnego kanału komunikacji, który podejmowałby pracę w momencie gdy przekazywanie danych poprzez sieć GSM jest niemożliwe np. ze względu na utratę zasięgu sieci GSM. Utrata zasięgu występuje często przy przewozach w kolejowych wschód-zachód, gdyż linie kolejowe przebiegają w terenie niezabudowanym w oddali od skupisk ludzkich i miejscowości, w których zainstalowane są stacje bazowe sieci telefonii komórkowej.

Satelitarne systemy telekomunikacyjne INMARSAT- D+ lub GLOBALSTAR wraz z systemami GSM, GPS i terminalem danych zostały zintegrowane w jedną jednostkę mobilną. Decyzja, kiedy przełączyć się na jedną z dwóch kanałów satelita/komórka, jest dyktowana utratą zasięgu lub kosztami operacyjnymi. Wstępna inicjacja połączenia z terminalem następuje poprzez system GSM z powodu niższego kosztu takiej operacji. Jeśli nie można namierzyć jednostki mobilnej, albo gdy sygnał jest słaby, wówczas komunikacja zostaje przełączona na bardziej kosztowny system satelitarny.

Na rysunku 2 jest widoczna poprawa jakości monitorowania jaką daje zastosowanie koncepcji z dodaniem alternatywnego kanału radiokomunikacji satelitarnej.

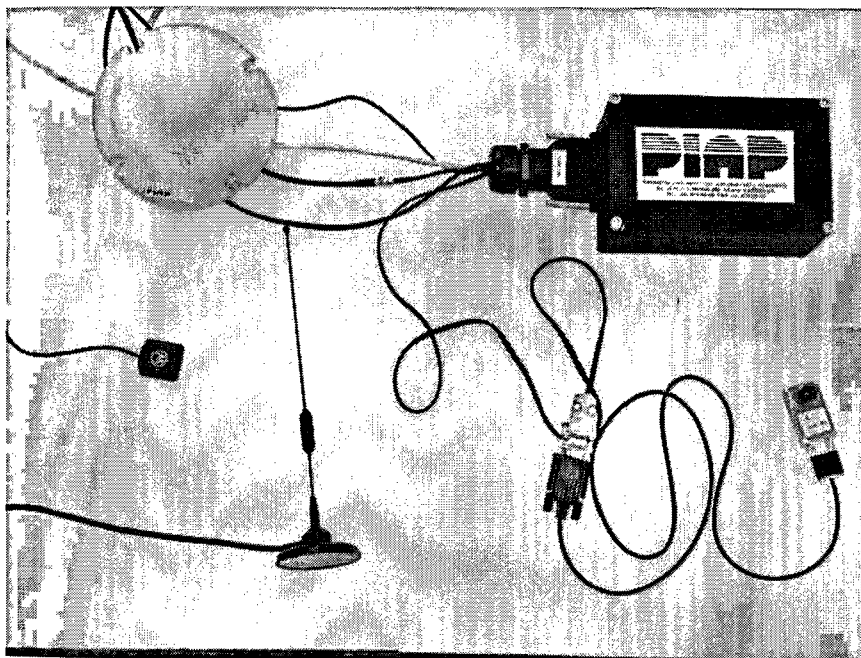


Rys 2. Monitorowanie przy użyciu terminala dwukanałowego.

System który opracowano w PIAP pozwala na automatyczne sprawdzanie w dowolnym czasie czy parametry ładunku nie przekroczyły limitów. Operator może interweniować w razie konieczności nawet nie mając ładunku w zasięgu wzroku. System umożliwia kontrolowanie transportu niezależnie od zewnętrznego/zagranicznego przewoźnika. Operator może udzielić właścicielowi ładunku potrzebnych informacji bez kontaktowania się z przewoźnikiem i w ten sposób poprawia się konkurencyjność firmy na rynku transportowym.

System składa się z dwóch głównych części: modułu komunikacyjnego oraz stacji monitorującej/operatorowskiej.

Na rysunku 3 pokazano wygląd modułu komunikacyjnego montowanego na obserwowanym ładunku.



Rys. 3. Widok ogólny modułu komunikacyjnego.

Moduł komunikacyjno-pomiarowy ma za zadanie przekazywać do stacji monitorującej dane o pozycji geograficznej ładunku wraz ze stanem czujników monitorujących ładunek w danej chwili czasowej. Ponadto moduł realizuje diagnostykę i sterowanie w zakresie bezpieczeństwa ładunku jak i otaczającego go środowiska naturalnego. Opcjonalnie, w zakresie zaprogramowanej autonomii lub na komendę operatora ze stacji monitorującej moduł może sterować dodatkowymi elementami wykonawczymi (zawory, silniki, itp.). Aby zapewnić jak największą niezawodność transmisji moduł zapewnia dwukierunkową transmisję danych poprzez dwa niezależne kanały komunikacyjne: radiowy (GSM) i satelitarny (Inmarsat D+, GLOBALSTAR). Zaimplementowano konfigurowalność modułów poprzez przechowywane w pamięci nielotnej parametry startowe. Zmiana parametrów startowych i bieżących możliwa jest

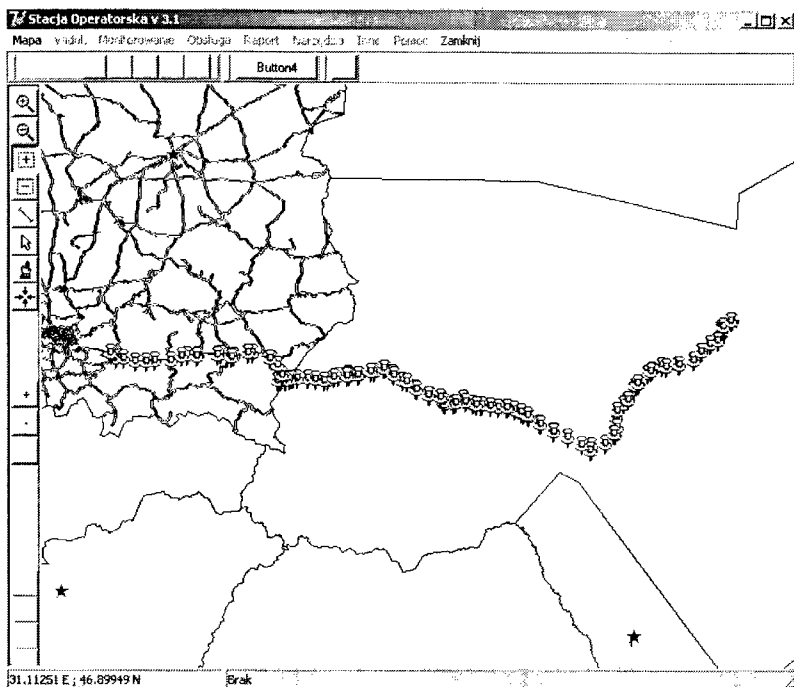
zdalnie poprzez komendy sterujące ze stacji monitorującej. Bieżący stan pracy modułu zachowywany jest w pamięci nieulotnej w postaci plików logowania. Pliki te można odczytać przy pomocy dowolnego komputera typu PC.

Moduł komunikacyjny umożliwia:

- przesyłanie pozycji geograficznej ładunku
- przesyłanie komunikatów tekstowych, makrokodowanych i alarmów
- konfigurowalne automatyczne przesyłanie pozycji, pollingu oraz raportów z czujników
- pracę poprzez dwa standardy komunikacyjne: poprzez GSM i/lub Inmarsat D+ (GLOBALSTAR)
- kontrolę parametrów wewnętrznych (temperatura, napięcia, i in.)
- kontrolę parametrów zewnętrznych (temperatura, załączenie, wyłączenie, otwarcie drzwi, rozszczelnienie zaworu i in.)
- sterowanie parametrami zewnętrznymi przy pomocy odpowiednich czujników i dodatkowych układów sterujących
- realizację zdalnej rejestracji i sterowania parametrami terminala
- zapisywanie przebiegu pracy modułu w plikach logowania w pamięci nieulotnej modułu

Stację monitorującą stanowi komputer PC z oprogramowaniem do komunikacji z modułem komunikacyjnym i mapą cyfrową umożliwiającą wizualizację aktualnej pozycji geograficznej ładunku.

Na rysunku 4 pokazano aplikację stacji monitorowania wraz z wizualizacją przejazdu testowego.

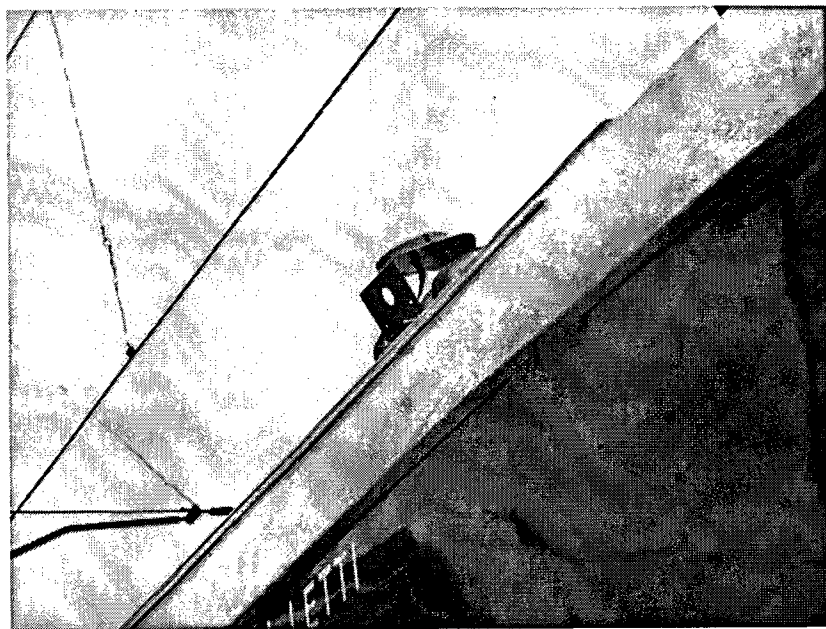


Rys. 4. Aplikacja stacji monitorowania.

Podstawowym zadaniem stacji monitoringowej jest gromadzenie i tworzenie bazy danych zawierającej informacje dotyczące transportowanych towarów, szlaków transportu ładunków, jak również wszelkich zagrożeń, nieregularności i szkód, a także natychmiastowe informowanie właściwych służb o powstałym zagrożeniu.

Operator stacji monitorującej ściśle współpracuje z lokalnymi służbami interwencyjnymi, Strażą Pożarną, Policją oraz ze służbami ratownictwa chemicznego. W przypadku wystąpienia alarmu operator systemu w zależności od rodzaju alarmu wykonuje odpowiednią procedurę postępowania łącznie z powiadomieniem określonych w procedurze służb interwencyjnych.

Test działania systemu dokonano na pociągu relacji Kraków – Kijów - Kraków.



Rys. 5. Wagon testowy w trakcie przejazdu testowego.

Trasa Kraków – Kijów, w większości przypadków przebiega przez tereny zupełnie niezurbanizowane. Daje się to w szczególności zauważyć na centralnej Ukrainie. Pokrycie siecią komórkową było nikłe (początek 2004r), co do jej występowania można być pewnym tylko w pobliżu większych miast. Dostępność sieci GSM obserwowano za pomocą nowoczesnego aparatu telefonicznego firmy NOKIA. I tak, jeśli rozpatruje się np. teren Polski, można być pewnym, że w znacznym obszarze dostępny jest sygnał chociaż jednego operatora. Na Ukrainie natomiast miał on charakter losowy. Zaobserwowano w trakcie pracy bardzo częste próby przełączania się modemu pomiędzy sieciami GSM, co możliwe jest praktycznie tylko w jednym przypadku: gdy do komunikacji wykorzystywany jest roaming i możliwe jest zalogowanie się jednej karty SIM do kilku potencjalnych operatorów.

W tej sytuacji bardzo korzystnie wypadło rozwiązanie, jakie zapewnia moduł komunikacyjny PIAP – dualność kanałów transmisyjnych. Jeśli GSM'owa sieć była dostępna, wysyłane były komunikaty przy pomocy sieci komórkowej. W przypadku jej braku następowało przełączenie transmisji na kanał satelitarny. Dodatkowo monitorowana była dostępność sygnału satelitarnego via INMARSAT D+. Na całym badanym terenie zarówno Polski jak i Ukrainy sieć satelitarna była dostępna i umożliwiała bezproblemową komunikację pomiędzy PIAPSAT GG04 a stacją monitorowania.

Analiza logów zarejestrowanych w trakcie pracy modułu, wykazała występowanie licznych lokalizacji, w których nie było pokrycia siecią telefonii komórkowej. W przeważającej większości, zjawisko to występowało po stronie ukraińskiej. Utrata

komunikacji w sieci GSM wyniosło ponad 20%, co wykazuje słusność stosowania dualnego kanału transmisji danych. Rozwiązanie stosowane w systemie opracowanym w PIAP daje pewność ciągłości nadzoru nad monitorowanymi obiektami.

#### Literatura

1. Raport końcowy projektu E!2635, LOGCHAIN-TRANSCHELOG-SAFETY „Bezpieczeństwo i monitoring w systemach transportowych Wschód-Zachód”. A.Wieczyński, J.Mickiewicz, A.Perski.
2. Wieczyński A., Mickiewicz J., Perski A., Location based Applications for Transport Safety and Anti-terrorist Activity Support, GALLILEAN, Mat. konf. (CD), Warszawa, 2004