

Zintegrowany węzeł łączności dla operacji wojskowych i kryzysowych – TURKUS

Zaangażowanie Sił Zbrojnych RP w prowadzenie operacji pokojowych poza granicami Polski wskazuje na konieczność zweryfikowania wymagań stawianych militarnym systemom łączności. Obecnie oczekuje się, aby systemy łączności, rozwijane na potrzeby operacji pokojowych, zapewniały dalekosiędną łączność bezprzewodową pomiędzy krajem i dowolnymi lokalizacjami na świecie. Taka funkcjonalność jest zapewniana głównie przez systemy łączności satelitarnej oraz krótkofalowej łączności jonosferycznej. Ponadto użytkownicy oczekują od misyjnych systemów łączności szerokiego spektrum świadczonych usług, od telefonii jawnej i utajnionej poprzez różnorodne usługi transmisji danych, do wideokonferencji włącznie. Wymaga się również, aby obiekty stosowane do budowy takich systemów łączności umożliwiały tworzenie elastycznych architektur sieciowych złożonych z różnej liczby węzłów o różnej liczbie użytkowników. Podkreślana jest także potrzeba integracji podsystemów wchodzących w skład misyjnego systemu łączności, tak aby jego użytkownik miał tylko jeden uniwersalny terminal końcowy zapewniający korzystanie z zasobów wszystkich podsystemów składowych.

Szczególny nacisk kładzie się na bezpieczeństwo załóg przemieszczających się w obiektach łączności w ramach konwojów od miejsc wyładunku sprzętu do miejsc pełnienia służby. Zwracana jest również uwaga na potrzebę zapewnienia łatwości transportowania poszczególnych elementów oraz obiektów wykorzystywanych do budowy misyjnych systemów łączności.

Powyższe uwarunkowania spowodowały, że w Wojskowym Instytucie Łączności, w ramach realizacji projektu celowego, opracowano mobilny Zintegrowany Węzeł Łączności TURKUS (ZWL TURKUS) dla operacji wojskowych i kryzysowych. Opracowanie to wpisuje się w generalny trend poprawy efektywności wykorzystania zasobów osobowych i sprzętowych sił ekspedycyjnych, uczestniczących w różnorodnych kontyngentach wojskowych.

ZWL TURKUS opracowano w dwóch wersjach: dla operacji bojowych oraz na potrzeby misji humanitarnych i zarządzania kryzysowego.

W pierwszej z wymienionych wersji urządzenia systemu łączności zabudowano na podwoziu lekkiego kołowego transportera opancerzonego (LKTO) – rys. 1.

Obiekt składa się z dwóch przedziałów: łącznościowego (dla załogi i urządzeń łączności) oraz agregatowego (w tylnej części pojazdu). Na dachu pojazdu zamontowano: terminal satelitarne, dwie anteny UKF, antenę KF wraz z wynośnym sprzęgaczem antenowym oraz teleskopowy 24-metrowy maszt antenowy.

W wersji ZWL TURKUS, przeznaczonej dla misji humanitarnych i zarządzania kryzysowego, urządzenia zabudowano w przenośnych zasobnikach (skrzyniach) – rys. 2, łatwych do transportu dowolnym środkiem (np. samochód, samolot, śmigłowiec).



■ Rys. 1. ZWL TURKUS na podwoziu transportera – LKTO



■ Rys. 2. ZWL TURKUS w wykonaniu skrzyniowym

Zestaw skrzyniowy ZWL TURKUS składa się z pięciu podstawowych elementów: skrzyni LAN, skrzyni radioliniowo-komutacyjnej, skrzyni radiowej, skrzyni kryptograficznej oraz skrzyni zasilania. W skrzyniach zamontowano takie same zestawy urządzeń, jak w wersji wykonanej na pojeździe LKTO.

Do podstawowych zalet ZWL TURKUS należy zaliczyć:

- zapewnienie bezpieczeństwa załóg podczas przemieszczania;
- zapewnienie łatwego transportu i mobilności sprzętu niezbędnego do organizacji systemu łączności w określonym rejonie działań;
- zmniejszenie liczby aparatowni łączności niezbędnych do organizacji systemu łączności i zapewnienia podstawowych usług teleinformatycznych na stanowiskach dowodzenia (zarządzania sytuacjami kryzysowymi);
- integrację podsystemu radiowego z radioliniowo-przewodowym i satelitarnym;
- integrację rodzajów łączności i usług, a w konsekwencji zmniejszenie liczby urządzeń końcowych na poszczególnych stanowiskach pracy w strukturze stanowiska dowodzenia (zarządzania sytuacjami kryzysowymi);
- zmniejszenie liczebności załóg obsługujących urządzenia.

* Wojskowy Instytut Łączności, Zegrze
e-mail: e.kubera@wil.waw.pl; k.zubel@wil.waw.pl;
m.suchanski@wil.waw.pl

W artykule przedstawiono możliwości ZWŁ TURKUS wykonanego na pojeździe LKTO. Wersja ZWŁ TURKUS przeznaczona dla misji humanitarnych oraz zarządzania kryzysowego ma analogiczne możliwości funkcjonalne i gwarantuje realizację takich samych usług.

PARAMETRY I MOŻLIWOŚCI FUNKCJONALNE ZWŁ TURKUS

ZWŁ TURKUS wykonany na platformie LKTO ma opancerzenie zgodne z normą STANAG 4569, co potwierdziły testy przeprowadzone przez producenta pojazdu. Jest to obiekt w pełni autonomiczny, bowiem ma własny zespół prądotwórczy, umożliwiający zasilanie wszystkich urządzeń łączności oraz urządzeń dodatkowych (np. klimatyzacji). Jego gabaryty oraz masa, stosunkowo niewielkie dzięki czemu istnieje możliwość transportu lotniczego w odległe miejsca przeznaczenia. W systemach dowodzenia i zarządzania kryzysowego bardzo istotną rolę odgrywa łączność dalekosiężna, umożliwiająca dowiązanie do elementów wyższego szczebla oraz obiektów współdziałających. Z tego względu ZWŁ TURKUS wyposażono w urządzenia zapewniające realizację dalekosiężnej łączności bezprzewodowej przy wykorzystaniu:

- łączy satelitarnych **VSAT** (*Very Small Aperture Terminal*) – o szybkości transmisji do 20 Mbit/s i zasięgu globalnym;
- prześel radioliniowych – o szybkości transmisji do 2 Mbit/s i zasięgu do 35 km;
- łączy bezprzewodowych **IP** – o szybkości transmisji do 11 Mbit/s i zasięgu do 20 km.

Realizacja łączności dalekosiężnej w przedstawionych powyżej wariantach jest możliwa dzięki zastosowaniu trzech typów urządzeń: terminalu satelitarnego VSAT, radiolinii oraz podsystemu dostępu bezprzewodowego (PDB). PDB w omawianym powyżej wariantcie pełni rolę mostu IP i działa w wyższym paśmie częstotliwości (4,4 GHz) oraz ze zwiększoną mocą (1 W) w stosunku do klasycznych urządzeń typu **WLAN** (*Wireless Local Area Network*).

ZWŁ TURKUS jest ponadto wyposażony w punkt dostępowy WLAN (wykonany w standardzie 802.11 b/g), zapewniający abonentom bezprzewodowy dostęp do sieci lokalnej IP na stanowisku dowodzenia. Dzięki temu abonenci jeszcze przed rozwinięciem sieci przewodowej mają możliwość dostępu do systemu łączności.

Wyposażenie obiektu umożliwia także równoległą pracę w dwóch niezależnych sieciach radiowych UKF oraz w sieci radiowej KF. Abonenci sieci radiowych (UKF oraz KF) mają możliwość współpracy z abonentami wszystkich pozostałych podsystemów ZWŁ TURKUS dzięki wykorzystaniu radiowych punktów dostępowych (RPD). RPD (UKF oraz KF) łączą bezpośrednio sieci radiowe z siecią IP i umożliwiają realizację usług głosowych oraz generowanie i odbiór sygnałów alarmowych.

ZWŁ TURKUS umożliwia budowę sieci lokalnych (jawnych oraz utajnionych) oraz ma możliwość dołączenia innych systemów lub obiektów łączności przez dedykowane interfejsy: **STANAG 4206**, **4578** oraz **PRI ISDN**. Ze względu na przewidywane wykorzystanie w sieciach specjalnych, jest wyposażony w urządzenia umożliwiające przesyłanie informacji niejawnych, zapewniając utajnianie: strumieni grupowych (przez grupowe urządzenia utajnijające – **GUU**), pakietów IP (przez urządzenia IP-Krypto) oraz utajnianie informacji wymienianych w sieciach radiowych (dzięki wykorzystaniu radiowych modułów kryptograficznych – **RMK**).

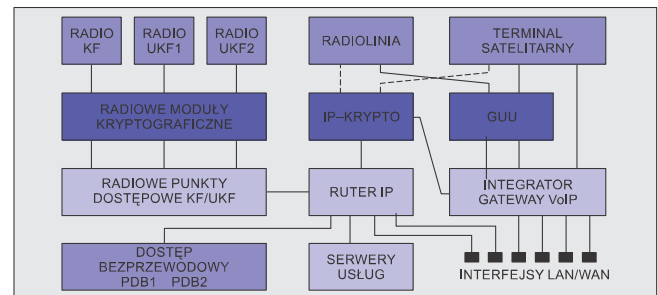
Zasadnicze znaczenie dla funkcjonalności ZWŁ TURKUS ma zastosowanie w nim technik i aplikacji, zapewniających integrację wszystkich podsystemów składowych węzła (podsystemu satelitarnego, radioliniowego, przewodowego oraz radiowego). Dzięki temu istnieje możliwość współpracy abonentów poszcze-

gólnych podsystemów zarówno w zakresie transmisji mowy, jak i danych.

ELEMENTY SKŁADOWE ZWŁ TURKUS

ZWŁ TURKUS został opracowany przy założeniu wykorzystania w nim w jak największym stopniu sprawdzonych urządzeń łączności, eksploatowanych w innych obiektach i systemach łączności. Założono, że w obiekcie główną rolę będzie odgrywać integracja i efektywna współpraca poszczególnych elementów i podsystemów składowych.

W systemie wykorzystano nieeksploatowany dotychczas w wojsku terminal satelitarny **VSAT**, w którym zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania technologiczne. Terminal ten umieszczony na dachu pojazdu opancerzonego jest w pełni automatyczny (automatyczne otwieranie, podnoszenie i opuszczanie anteny oraz ukierunkowanie na wybranego satelitę) i łatwy w eksploatacji.



■ Rys. 3. ZWŁ TURKUS – schemat blokowy

Poszczególne elementy zastosowane w systemie TURKUS przedstawiono na uproszczonym schemacie blokowym (rys. 3), obejmującym zarówno wersję na pojeździe, jak i wersję skrzyniową. Można wyróżnić następujące elementy:

- urządzenia komutacyjno-integrujące wyróżnione kolorem jasnogrnatowym (integrator, ruter, radiowe punkty dostępowe oraz serwery usług) – urządzenia te zapewniają komutację kanałów oraz komutację pakietów, a także współpracę pomiędzy sieciami IP, sieciami telefonicznymi oraz sieciami radiowymi;
- urządzenia utajnijające wyróżnione kolorem ciemnogrnatowym (GUU, IP-Krypto oraz RMK) – urządzenia te zapewniają utajnianie danych przekazywanych we wszystkich podsystemach składowych systemu TURKUS;
- urządzenia transmisyjne wyróżnione kolorem niebieskim (terminal satelitarny, radiolinia, PDB oraz radiostacje UKF i KF) – urządzenia te zapewniają łączność dalekosiężną, bezprzewodowy dostęp do sieci lokalnej oraz łączność radiową.

Na schemacie blokowym zaznaczono jedynie zasadnicze urządzenia składowe oraz podstawowe połączenia między nimi. Schemat sygnałowy wraz z opisem poszczególnych interfejsów jest bardziej skomplikowany i stąd nie został pokazany w artykule.

Urządzenia przedstawione na schemacie blokowym zainstalowano w przedziale łącznościowym ZWŁ TURKUS wykonanym na LKTO (rys. 4) oraz w specjalnych zasobnikach ZWŁ TURKUS wykonanym w skrzyniach (rys. 2).

Widoczne na rys. 4 urządzenia łączności zainstalowano w specjalnych amortyzowanych stojakach na tylnej ścianie przedziału łączności. W przedziale tym znajduje się również miejsce dla operatora odpowiedzialnego za konfigurację, sterowanie i monitoring wszystkich urządzeń składowych obiektu (miejsce to nie jest stanowiskiem pracy ciągłej). Po skonfigurowaniu obiektu do pracy, zgodnie z otrzymanym planem łączności, operator może opuścić pojazd i nadzorować jego pracę z dowolnego punktu, przy wykorzystaniu komputera dołączonego do ZWŁ TURKUS w sposób przewodowy lub bezprzewodowy (PDB).



■ Rys. 4. ZWŁ TURKUS – przedział łączności



■ Rys. 5. ZWŁ TURKUS – przedział agregatowy



■ Rys. 6. ZWŁ TURKUS – system antenowy

Jak wspomniano we wstępie artykułu, ZWŁ TURKUS jest w pełni autonomiczny, dzięki zainstalowaniu na pokładzie własnego zespołu prądotwórczego. Na rys. 5 przedstawiono wygląd przedziału agregatowego ZWŁ TURKUS. W przedziale tym są także przewożone widoczne na zdjęciu moduły PDB, fiderzy antenowe, okablowanie oraz akcesoria niezbędne do rozwinięcia masztu.

Istotnym elementem składowym ZWŁ TURKUS jest wspomniany maszt antenowy. Jest to lekki maszt 24-metrowy, przeznaczony do zamocowania systemu antenowego, w skład którego wchodzi: antena radioliniowa, anteny PBD (na zakresy 2,4 oraz 4,4 GHz) oraz anteny UKF (rys. 6).

USŁUGI REALIZOWANE PRZEZ ZWŁ TURKUS

ZWŁ TURKUS umożliwia realizację szerokiego zakresu usług niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania systemu dowodzenia oraz zarządzania sytuacjami kryzysowymi. Można stwierdzić, że obiekt ten nie ma żadnych ograniczeń związanych ze świadczeniem usług telekomunikacyjnych, także usług dodatkowych, wymaganych przez systemy wojskowe i zapewnia:

- realizację telefonii **VoIP**, telefonii cyfrowej oraz analogowej (zarówno w trybie jawnym, jak i utajnionym);
- szeroko rozumianą transmisję danych na potrzeby zautomatyzowanych systemów dowodzenia oraz systemów zarządzania kryzysowego;
- zestaw zaawansowanych usług i aplikacji wspierających efektywne funkcjonowanie sieci radiowych. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:
 - autonomiczne programowanie sieci radiowych UKF oraz KF, umożliwiające szybkie i efektywne zorganizowanie łączności radiowej w rejonie prowadzonej operacji – z wykorzystaniem cyfrowych trybów pracy radiostacji (także **FH** – *Frequency Hopping*);
 - usługi na rzecz dyżurnej służby operacyjnej:
 - zobrazowanie położenia wozów patrolowych na mapie cyfrowej, bez konieczności instalowania dodatkowych urządzeń – dzięki wykorzystaniu urządzeń **GPS** wbudowanych w radiostacje KF oraz UKF;
 - odbiór i zobrazowanie alarmów wysyłanych przez wozy patrolowe oraz ich automatyczna dystrybucja do właściwych komórek organizacyjnych.

Przedstawiony obiekt zapewnia więc realizację szerokiego zestawu usług o gwarantowanej jakości oraz dzięki specjalizowanym aplikacjom umożliwia efektywne zarządzanie i monitorowanie abonentów podsystemu radiowego znajdujących się w odległych lokalizacjach.

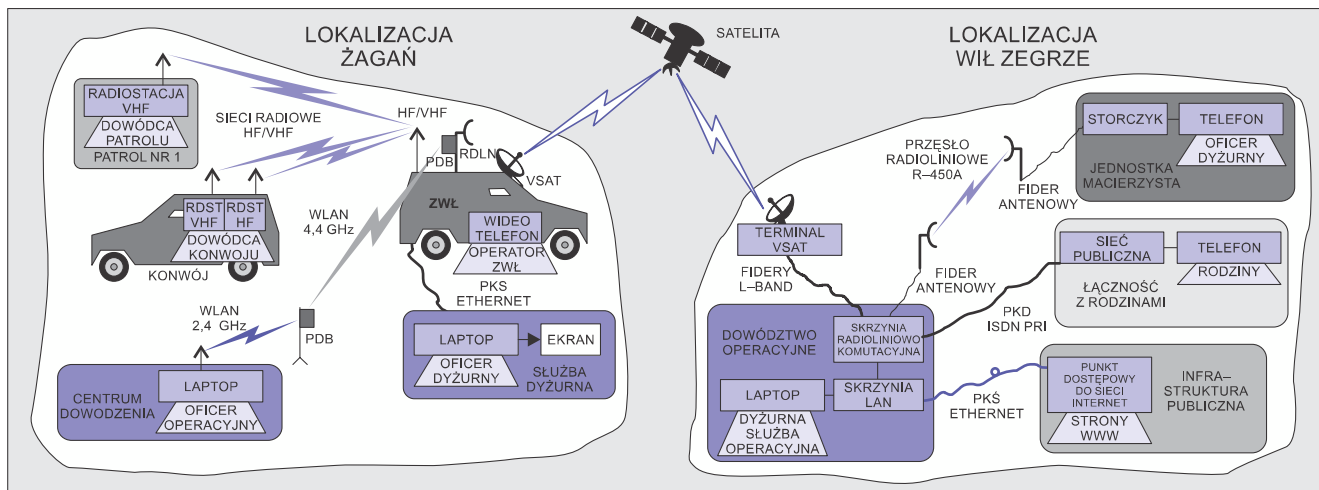
WYNIKI TESTÓW ZWŁ TURKUS

Prototypy ZWŁ TURKUS (wersja na LKTO oraz skrzyniowa) poddano badaniom funkcjonalnym wykonanym w WIL. Badania te miały na celu ocenę funkcjonalności, wydajności oraz możliwości współpracy z innymi środowiskami telekomunikacyjnymi (wojskowymi oraz cywilnymi).

W październiku 2010 r. system TURKUS poddano testom w warunkach poligonowych podczas warsztatów ASTER 2010, gdy zaistniała możliwość wykonania tego w warunkach polowych i zdobycia kolejnych doświadczeń, obserwacji oraz pozyskania uwag i spostrzeżeń bezpośrednio od potencjalnych użytkowników prezentowanego rozwiązania.

Przetestowano wówczas szereg łańcuchów telekomunikacyjnych, usług i aplikacji zapewnianych przez ZWŁ TURKUS. Testy te zrealizowano w systemie, którego schemat pokazano na rys. 7.

Wynika z niego, że elementy systemu rozmieszczono w dwóch lokalizacjach: ZWŁ TURKUS na LKTO na poligo-



■ Rys. 7. ZWL TURKUS – schemat relacji łączności podczas warsztatów ASTER 2010

nie w Żaganie oraz ZWL TURKUS w wersji skrzyniowej w Wił w Zegrze. Punkty te były połączone łączem satelitarnym (terminal satelitarny na LKTO w Żaganie oraz walizkowy terminal satelitarny będący elementem zestawu skrzyniowego w Zegrze).

Na poligonie w Żaganie rozmieszczono następujące elementy:

- stanowisko dyżurnej służby operacyjnej nr 1 (jeden komputer umożliwiający realizację wszystkich usług);
- stanowisko dyżurnej służby operacyjnej nr 2 – dołączone przez PDB;
- patrol pieszy nr 1 funkcjonujący w sieci radiowej UKF;
- ZWL TURKUS wykonany na pojeździe LKTO;
- pojazd patrolu wyposażony w radiostacje UKF oraz KF.

W Wił w Zegrze rozwinięto zestaw skrzyniowy systemu TURKUS, do którego zostało dołączone stanowisko dyżurnej służby operacyjnej nr 3 oraz systemu zewnętrznego.

Podczas przeprowadzonych testów sprawdzono poprawność i efektywność realizacji usług oferowanych przez ZWL TURKUS w następujących łańcuchach telekomunikacyjnych:

- połączenia lokalne przewodowe – wideopłączenie;
- połączenia lokalne bezprzewodowe (PDB wykorzystany w obydwu opracowanych wariantach – jako most IP oraz jako punkt dostępowy) – wideopłączenie;
- dostęp do sieci radiowych UKF oraz KF – zrealizowano testy usług głosowych oraz transmisji danych zarówno podczas postoju, jak i w trakcie przemieszczania się patrolu wyposażonego w radiostacje KF oraz UKF;
- działanie aplikacji wspierającej dyżurną służbę operacyjną – usługi głosowe i wymiana danych z patrolami, monitorowanie przemieszczających się obiektów wyposażonych w środki radiowe UKF oraz KF;
- połączenia przy wykorzystaniu podsystemu łączności satelitarnej – wideopłączenie;
- łączność międzywęzłowa z obiektami systemu wojskowego – połączenia głosowe;
- łączność z publiczną siecią telefoniczną – połączenia głosowe;
- dostęp do Internetu – usługi WWW.

We wszystkich przeprowadzonych testach uzyskano wynik pozytywny, potwierdzając w ten sposób skuteczność opracowanego systemu TURKUS.

W ramach realizacji projektu celowego, w Wojskowym Instytucie Łączności opracowano dwie wersje prototypu zintegrowanego węzła łączności TURKUS: wersję na pojeździe opancerzonym oraz wersję wykonaną w skrzyniach. Prototypy te przeszły badania zakładowe z wynikiem pozytywnym oraz zyskały uznanie potencjalnych użytkowników. Także wyniki testów poligonowych potwierdziły prawidłowe i skuteczne działanie opracowanego systemu.

Obiekt aktualnie jest przygotowany do kolejnego etapu – wdrożenia do Sił Zbrojnych lub innych podmiotów zainteresowanych prezentowanym rozwiązaniem.

Podsumowując przedstawione w artykule informacje, można stwierdzić, że zasadniczymi zaletami omawianego systemu są:

- duże bezpieczeństwo załóg – dzięki zastosowaniu opancerzonego pojazdu bazowego;
- zwiększona mobilność systemu łączności – dzięki zastosowaniu obiektu przystosowanego do szybkiej zmiany położenia i natychmiastowej gotowości do świadczenia usług;
- podatność na transport lotniczy;
- dalekosiężna łączność bezprzewodowa oraz bezprzewodowy dostęp do sieci lokalnych stanowiska dowodzenia;
- realizacja niezbędnych usług (w trybie jawnym oraz utajnionym), przy jednoczesnym zapewnieniu współpracy pomiędzy wszystkimi podsystemami składowymi;
- zmniejszenie liczby obiektów łączności niezbędnych do budowy węzła.

Artykuł recenzowany

(Artykuł nadesłano do red. – listopad 2010)