

To już siódmy rok w historii Szerokopasmowego Systemu Łączności Krokus 2000. Prototypowe elementy są gotowe, co więcej pomyślnie przeszły próby państwowe i czekają na decyzję o skierowaniu do prób wdrożeniowych w naszej armii.

Krokus zakwita

▶ WOJCIECH ZAWADZKI



Wóz dostępu radiowego (WDR) powstał na bazie samochodu terenowego SCAM SMT55.

Od wielu lat na wyższych szczeblach struktur organizacyjnych Ministerstwa Obrony Narodowej i Sztabu Generalnego WP podkreśla się, że jednym z priorytetów modernizacji technicznej naszych sił zbrojnych jest jak najszybsze nadrobienie zaległości w budowie nowoczesnego systemu łączności i dowodzenia. Tymczasem można odnieść wrażenie, że plany jak tego dokonać albo nie istnieją, albo są realizowane dość niemrawo. Szkoda, bo akurat w tej dziedzinie istnieje unikatowa możliwość oparcia się przede wszystkim o polską myśl techniczną i w zasadzie o gotowe wyroby rodzimego przemysłu i ośrodków naukowo-badawczych. Jedną z propozycji jest właśnie Krokus 2000, przygotowany przez Wojskowy Instytut Łączności w Żegrzu, wykonany na zamówienie MON.

Idea powstania

W założeniach taktyczno-technicznych wymieniono szereg postulatów dotyczących ogólnej architektury Szerokopasmowego Systemu Łączności Krokus, jego funkcjonalności i ogólnych zasad działania, m.in.:

- konieczność integracji usług (głos, dane, wideo) na wszystkich szczeblach dowodzenia;
- wykorzystanie najnowszych technik telekomunikacyjnych (ATM, ISDN, IP, WLAN);
- możliwie duża prędkość transmisji radiowej i radioliniowej;
- realizację połączeń wideo oraz wideokonferencji;
- realizację transmisji danych w czasie rzeczywistym;
- możliwość szybkiego powielania baz danych;
- wysoki poziom bezpieczeństwa;
- mobilność abonentów;
- sprawne zarządzanie wszystkimi elementami;
- interoperacyjność z innymi systemami, tak w kraju, jak i w ramach NATO;
- zdolność szybkiego przemieszczania.

Jako wzór analogicznych systemów można podać tworzony w USA Warfighter Information Network (WIN-T), francuskie projekty RITA-2000 i ATTILA, brytyjskie Cormorant i Falcon, holenderski TITAN, czy turecki TASMUS. Najważniejszy jest jednak program

NATO-wski Tactical Communications for the Land Combat Zone-Post-2000 (TACOMS Post-2000, inaczej TP2K), którego pierwotne założenia były wzorem dla Krokusa 2000.

Według założeń twórców, Szerokopasmowy System Łączności może być wykorzystywany do zapewnienia łączności na potrzeby zarówno systemów dowodzenia, jak i kierowania środkami walki na wszystkich szczeblach dowodzenia. Ma więc współpracować m.in. z Szafranem-ZT, Łowczą, Regą czy Topazem. Postanowiono, że zastosowanie powszechnie dostępnych standardów komercyjnych pozwoli na łatwiejsze osiągnięcie interoperacyjności

z innymi systemami łączności Sił Zbrojnych RP, naszymi sojusznikami z NATO, budującymi swoje systemy w oparciu o zasadę jak najszerszego wykorzystania rozwiązań komercyjnych (COTS), zaś w pełni przemysłowe wykorzystanie kilku nowoczesnych technologii (IP, ISDN, ATM, WLAN) pozwoli połączyć efektywność wyko-

Wnętrze aparatuwni komutacyjno-dostępowej (AK-D).



rzystania zasobów transmisyjnych, oferowaną przez systemy pakietowe oraz gwarancję jakości usług spotykaną w systemach komutacji kanałów. Jednym słowem *Krokus 2000* w swojej finalnej postaci ma być ważnym elementem sieciocentrycznego pola walki.

Od projektu do prób

Wymagania taktyczno-techniczne dla nowego Szerokopasmowego Systemu Łączności *Krokus* określone zostały w 2000 r. Projekt koncepcyjny stworzono w 2001 r., a rok później ruszyły kompleksowe badania poszczególnych rozwiązań technicznych na zbudowanym specjalnie do tego celu demonstratorze. Badania potwierdziły poprawność przyjętych na etapie projektowania założeń, uzyskano akceptację użytkownika (MON) do dalszych prac. W efekcie, w roku 2004 r., rozpoczęto realizację projektu technicznego – fizyczną budowę prototypów urządzeń i aparatury. Publiczną premierę pierwsze elementy składowe miały na kieleckim MSPO w 2005 roku. Wreszcie, w połowie ubiegłego roku, *Krokus 2000* przeszedł pomyślnie próby państwowe, zakończono wydaniem pozytywnej opinii o całym projekcie badawczym. Teraz Wojskowy Instytut Łączności w Zegrzu czeka na decyzję o wykonaniu partii próbnej, a następnie na jej skierowanie do prób we wskazanej przez Sztab Generalny WP jednostce.

Niestety, decyzja w tej sprawie jest wciąż odwlekana. Należy tutaj zaznaczyć, że system *Krokus* spełnia wymagania użytkownika, co potwierdzono już podczas projektu wstępnego (realizacja badań symulacyjnych oraz laboratoryjnych), a następnie podczas badań kwalifikacyjnych, zrealizowanych pod nadzorem komisji badań państwowych na zakończenie projektu technicznego.

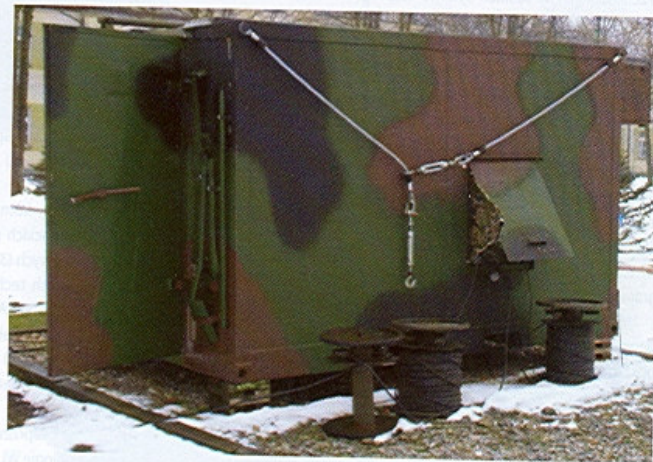
Cowartepodkreślenia, rodzimy *Krokus 2000* to niemal w całości produkt narodowy. Oprócz zegrzyńskiego WŁ-u swoje produkty do niego dostarczają takie firmy, jak warszawski Transbit i Radiotechnika Profesjonalna, trójmiejskie DGT oraz wrocławska Radiotechnika Marketing. Jedynym znaczącym zagranicznym partnerem jest Ericsson, wspierany przez firmę Damovo Polska.

W sumie w ramach programu *Krokus 2000* powstało ponad 40 nowych urządzeń oraz aplikacji programowych, które bez wahania można zaliczyć do grupy technologii zaawansowanych (high-tech). Oprócz stworzenia wspomnianych, główny trud konstruktorów polegał na ich integracji w jeden sprawnie działający system. Dziś twórcy gwarantują pełną interoperacyjność projektu w ramach ugrupowań wojsk sojuszniczych, zgodną przede wszystkim z ustaleniami wspomnianego już międzynarodowego programu TACOMS Post-2000 (dla łączności szerokopasmowej) oraz zapisami STANAG-ów 4206 i 4578 (dla łączności wąskopasmowej). Duże bezpieczeństwo transmisji danych zapewnia



Kontenery z aparaturami komutacyjno-dostępowymi i komutacyjno-bazowymi są przewożone przez terenowe samochody ciężarowe Star 944.

Kontener aparatury transmisyjnej (AT) w położeniu roboczym.



zastosowane tzw. wielopoziomowe utajnianie. Przewaga nad podobnymi systemami polega zdaniem specjalistów z WŁ-u na możliwości równoczesnej realizacji usług zintegrowanych (komutacja kanałów i pakietów) oraz usług multimedialnych (dane, obraz i głos) przy wysokiej i gwarantowanej jakości usług. Stało się to możliwe dzięki jednoczesnemu zastosowaniu kilku nowoczesnych technik telekomunikacyjnych (IP, WLAN, ISDN, ATM).

Należy tutaj zaznaczyć, że ciągła modernizacja dotychczas istniejących systemów jest niecelowa i ostatecznie i tak doprowadzi do kompleksowej wymiany eksploatowanych obecnie urządzeń. Nowoczesne technologie sukcesywnie wyprą również z systemów wojskowych przestarzałe rozwiązania, w których aby zapewnić realizację zintegrowanych usług, należy z góry przewidzieć sposób ich wykorzystania (konieczność rezerwacji zasobów oddzielnie na usługi komutacji kanałów, oddzielenie pakietów). Istnieje jednak realne zagrożenie, że wymuszają one ich stosowanie również w opracowywanych nowych systemach dowodzenia, rozpoznania i kierowania środkami walki. Wszelkie nowe systemy po-

winny opierać się na nowoczesnych technologiach teleinformatycznych. To nie one mają dostosowywać się do przestarzałych, a odwrotnie – stare należy sukcesywnie zastępować nowymi.

Efektywne wykorzystanie dostępnego pasma łączy międzywęzłowych przy jednoczesnym zapewnieniu gwarantowanej jakości usług oraz różnice w technikach telekomunikacyjnych omawiane są szerzej w artykule w tym samym numerze (na stronach 30-32).

Architektura systemu

Szerokopasmowy System Łączności Wojsk Lądowych *Krokus 2000* jest nowoczesnym systemem teleinformatycznym, umożliwiającym realizację uniwersalnej platformy usługowej. Rozwiązania zastosowane w systemie umożliwiają świadczenie szeregu usług na potrzeby systemów wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki oraz zapewniają pełną współpracę ich elementów składowych. Jego zasoby mogą być wykorzystane w różnym stopniu w zależności od aplikacji stosowanych przez systemy dowodzenia i kierowania środkami walki.

Elastyczność zastosowanych w systemie Krokus 2000 rozwiązań umożliwia realizację specyficznych dla systemów wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki wymagań. Systemy wsparcia dowodzenia cechują inne wymagania w zakresie transmisji informacji, niż ma to miejsce dla systemów kierowania środkami walki. W przypadku systemów wsparcia dowodzenia największe znaczenie ma wierność i poufność przesyłanej informacji. Dla systemów kierowania środkami walki, gdzie dane naphywają bardzo szybko, najważniejsze jest zapewnienie minimalnego poziomu opóźnienia przesyłania danych (dostarczenie aktualnych informacji niemal w czasie rzeczywistym). Zapewnienie tych wymagań jest realizowane dzięki zastosowaniu mechanizmów gwarantowania jakości obsługi QoS, w zależności od typu danych przenoszonych w ramach systemu teleinformatycznego, co zasadniczo odróżnia nowy system od eksploatowanych dotychczas.

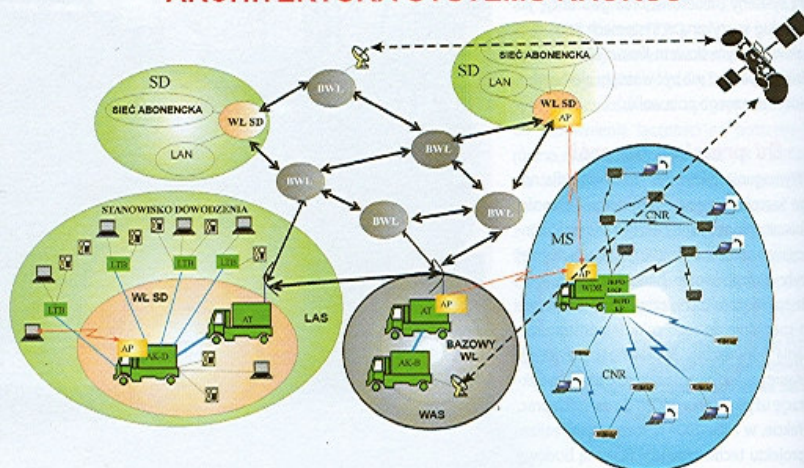
Z uwagi na techniczną możliwość realizacji systemu w oparciu o sieć rozległą o dowolnych, określonych przez użytkownika rozmiarach, jak również dzięki możliwości realizacji powiązań bezpośrednich (z pominięciem sieci rozległej) pomiędzy podsystemami sieci lokalnych, system może być wykorzystywany we wszystkich rodzajach SZ RP, jak również w różnego rodzaju misjach pokojowych poza granicami kraju.

Modułowa struktura Krokusa 2000 zapewnia dużą skalowalność systemu. Wielkość obszaru oraz liczba użytkowników może być rozszerzana przez dodawanie poszczególnych modułów systemu. Zabudowa aparatuwni w kontenerach specjalnych oraz w specjalizowanych skrzyniach transportowych zapewnia dużą mobilność systemu i podatność na rekonfigurację tworzonej, z ich wykorzystaniem, sieci łączności. Obiekty łączności mogą być przewożone z wykorzystaniem transportu kołowego, kolejaj, jak również z wykorzystaniem transportu lotniczego. Umożliwia to szybkie przemieszczanie środków łączności systemu, dzięki czemu istnieje możliwość dostosowania organizowanej niejednokrotnie w trybie pilnym infrastruktury teleinformatycznej do potrzeb systemu dowodzenia, w zależności od rozwoju sytuacji.

System zapewnia niezawodną wymianę informacji pomiędzy obiektami systemów dowodzenia w różnych warunkach klimatycznych i terenowych oraz na obszarze o rozmiarach uzależnionych od struktury szczebla dowodzenia, w warunkach destrukcyjnego oddziaływania przeciwnika (ogniowego, radioelektronicznego, dywersyjnego itp.) oraz w niekorzystnych warunkach eksploatacyjnych i sytuacjach powodujących wyeliminowanie do 50% obiektów przewidzianych w jego typowej strukturze.

Bazę techniczną systemu stanowią polowe aparatuwnie, wyposażone w odpowiednie

ARCHITEKTURA SYSTEMU KROKUS



Schemat struktury i działania poszczególnych elementów Krokusa 2000.

techniczne środki łączności, pozwalające rozwijać sieć rozległą, sieć dostępową, podsystem mobilny (radiowy) oraz zarządzania.

Sieć rozległa oraz sieci dostępowe są budowane w oparciu o aparatuwnie komutacyjne dostępowe (AK-D) i bazowe (AK-B) oraz transmisyjne (AT).

Aparatuwnie komutacyjne umożliwiają budowę abonenckich sieci telefonicznych zarówno analogowych (32 linie), jak i cyfrowych, wykorzystujących technologię ISDN (16 linii – AK-B, 16 + 120 linii – AK-D) oraz lokalnych sieci komputerowych kablowych w standardzie Ethernet 10/100/1000 Base TX (1 linia – AK-B, 2 linie – AK-D), światłowodowych Ethernet 100Base FX/1000 SX (1 linia – AK-B, 4 linie – AK-D) oraz bezprzewodowych wykorzystujących technologię WLAN.

Abonentom cyfrowym (ISDN), oprócz podstawowej usługi telefonicznej, mogą być świadczone usługi wideofoniczne (wideokonferencyjne) i transmisji danych oraz szereg usług dodatkowych ISDN (np. prezentacja numeru, przenoszenie połączeń itp.).

Aparatuwnie komutacyjne w ramach obsługi lokalnych sieci komputerowych zapewniają integrację poszczególnych elementów polowej sieci komputerowej w funkcjonalną całość, tj. realizację komutacji pakietów w ob-

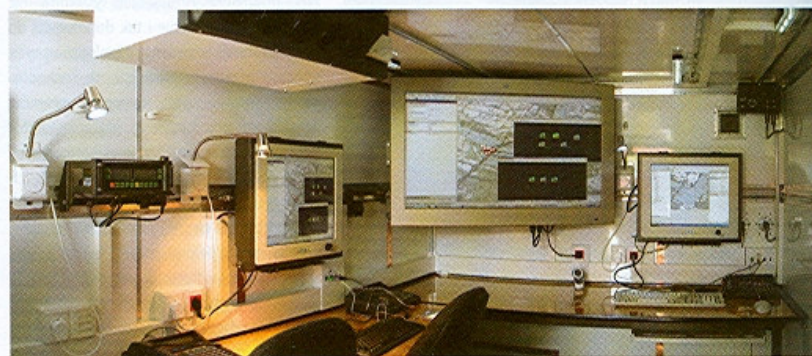
rebie tych sieci oraz połączeń z innymi elementami sieci komputerowych dołączonymi do obiektów łączności i infrastruktury teletechnicznej Krokusa 2000.

Usługi świadczone użytkownikom sieci lokalnych są oparte na stosie protokołów TCP/UDP/IP. Sieci pakietowe oparte na protokole IP stanowią uniwersalną platformę pozwalającą na realizację wszystkich usług oferowanych w sieciach wymiany danych, takich jak: poczta elektroniczna (e-mail), transferu plików (FTP), przeglądanie stron www, wspólna praca na dokumencie (np. mapie cyfrowej), zdalne zarządzanie, czy usługi multimedialne, takie jak wideopłączenie oraz usługi głosowe typu VoIP (ang. Voice over IP).

Podsystem radiowy składa się z podsystemu Radiodostępu Jednokanałowego Abonentów UKF i KF do sieci ISDN i IP (PRJ UKF/KF, z możliwością rozbudowy do wielokanałowego) oraz Podsystemu Dostępu Bezprzewodowego (PDB) wykonanego z wykorzystaniem technologii WLAN. PRJ jest zintegrowany z podsystemami sieci dostępowych (w tym PDB) i podsystemem rozległym (siecią szkieletową).

Zarządzanie mobilnością abonentów radiowych (wymagane tylko dla usługi transmisji głosu) jest realizowane dzięki współpracy

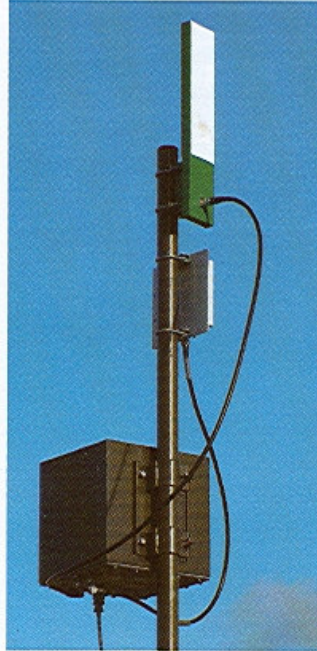
Wnętrze aparatuwni zarządzania szerokopasmowym systemem łączności (AZSSŁ).



RUM (rejestr użytkowników mobilnych) z SUK (serwerem usług katalogowych NATO STANAG 4644 (Draft):2005).

Podsystem zarządzania systemem umożliwia pełen nadzór i konfigurację elementów składowych całości na wielu poziomach hierarchii (od całości systemu do poszczególnych interfejsów sieciowych). Działanie systemu monitorowane jest z wykorzystaniem Aparatu Zarządzania Szerokopasmowym Systemem Łączności (AZSSŁ). Informacje podsystemu zarządzania są przesyłane przy wykorzystaniu protokołu SNMP w wersji 3 i sieci wymiany danych opartej na protokole IP. W każdym z obiektów łączności systemu znajduje się Stacja Pracy Zarządzania (SPZ). SPZ komunikuje się z zarządzanymi urządzeniami aparatuwni poprzez lokalną sieć teleinformatyczną (LAN) i sieć transmisji szeregowej RS oraz umożliwia lokalną konfigurację i monitorowanie urządzeń obiektów łączności systemu oraz dostarczenie informacji zarządzania do AZSSŁ.

W systemie zapewniona jest pełna integracja ruchu teleinformatycznego generowanego przez użytkowników sieci dostępowych IP oraz ISDN. Zastosowanie techniki ATM pozwala na realizację usług z gwarancją obsługi QoS. W relacjach międzywęzłowych jest zapewniony routing dynamiczny dzięki zastosowaniu protokołu PNNI. Zasadniczo, przesyłanie informacji pomiędzy węzłami sieci jest realizowane bezprzewodowo, poprzez zastosowane w aparatuwniach transmisyjnych AT radiolinie szerokopasmowe typu HCLOS z szybkością 8 Mbit/s (4xE1) na odległości do 30-40 km (istnieje możliwość zastosowania radiolinii pracujących z większymi przepływnościami np. 34 Mbit/s, w przypadku ich wprowadzenia do SZ RP). Opcjonalnie istnieje możliwość wykorzystania dla potrzeb transmisyjnych systemu łączy satelitarnych lub, w przypadku niewielkich odległości, łączy przewodowych, (kablowych lub światłowodowych) pracujących z szybkościami od 64 kbit/s do 155 Mbit/s (w zależności od wybranej technologii współpracy i medium transmisyjnego). Przy przesyłaniu informacji wykorzystuje się środki techniczne zapewniające określoną klauzulę tajności. Utajnianie informacji realizowane jest dla kanałów gru-



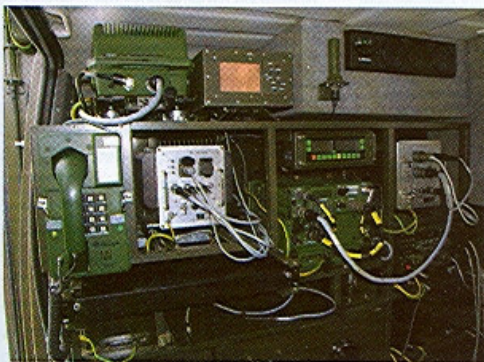
Antena podsystemu dostępu bezprzewodowego.

Widok wozu dostępu bezprzewodowego.



Ilustracje w artykule: Andrzej Kiński, Robert Rochowicz, Wojskowy Instytut Łączności.

Stanowisko operatora we wnętrzu wozu dostępu radiowego (WR-R).



na odległościach do kilku kilometrów stosowany jest interfejs radiowy WLAN o częstotliwości 4,4 GHz, a sygnał wyjściowy jest wzmacniany (w stosunku do sygnału 2,4 GHz).

Co dalej?

Jak wspomniano, obecnie system oczekuje na dalsze decyzje kierownictwa MON. Następnym etapem powinno być przyjęcie przez wojsko pierwszego dopracowanego – o wniesione przez wojsko uwagi – zestawu

powych o przepływności nx2 Mbit/s (E1 G.703) oraz opcjonalnie w relacjach „od końca do końca” dla kanałów ISDN nx64 kbit/s. Informacje w sieciach pakietowych będą utajniane z wykorzystaniem urządzenia IP Crypto.

Dołączenie mobilnych (radiowych) użytkowników systemu wyposażonych w środki radiowe KF i UKF jest realizowane poprzez wóz dostępu radiowego WDR, który może współpracować z aparatuwnią komutacyjną przewodowo, poprzez łącze Ethernet kablowe (10/100/1000 Base Tx) lub światłowodowe (100 Base FX, 1000 SX), a także przy wykorzystaniu podsystemu dostępu bezprzewodowego (PDB) zrealizowanego w technologii WLAN.

PDB jest zrealizowany w oparciu o punkty dostępowe WLAN. Współpraca pomiędzy punktami dostępowymi WLAN na mniejszych odległościach (do kilkuset metrów) jest realizowana z wykorzystaniem interfejsu radiowego 2,4 GHz. Przy współpracy obiektów łączności

partii wdrożeniowej, który w WIL może bardzo szybko powstać na bazie już gotowych elementów i obiektów przebadanego prototypu. Szybkie decyzje w tej sprawie, bez dyskusowania o większej lub mniejszej przydatności tej czy innej techniki teleinformatycznej (dyskusje takie były już przecież toczone wielokrotnie, zarówno na etapie opracowywania koncepcji – projekt wstępny, jak i definiowania i uzgadniania z użytkownikiem założeń taktyczno – technicznych – projekt techniczny), mogą przyczynić się do polepszenia systemu łączności naszej armii. System *Krokus* spełniający wymogi nowoczesności, powinien jak najszybciej wejść do wyposażenia Sił Zbrojnych RP, bo tylko dzięki temu możliwe będzie sprawdzenie nowoczesnych technologii w warunkach współczesnego pola walki. Pozwoli to wypracować założenia dla platformy teleinformatycznej, możliwej do wykorzystania w działaniach sieciowych. ■