



## System łączności środowiska sieciocentrycznego

MARIAN WRAŻEŃ

Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Telekomunikacji,  
00-908 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2

**Streszczenie.** Potrzeby komunikacyjne wynikające z sieciocentrycznego pola walki oraz zmiany zachodzące w środowisku telekomunikacyjnym wyznaczają kierunek rozwoju systemu telekomunikacyjnego. Trendy integracyjne systemów telekomunikacyjnych i informatycznych powodują, że perspektywiczny system łączności będzie systemem teleinformatycznym, w którym wiodącą będzie technologia pakietowa oparta na protokole IP. Protokół ten zostanie wyposażony w rozwinięte mechanizmy gwarancji jakości oferowanych usług oraz interconnectu globalnego z gwarancjami zarówno jakości usług, jak i bezpieczeństwa. Istotną rolę będzie odgrywał bezprzewodowy system szerokopasmowy. Zyskają na znaczeniu usługi związane z bezpieczeństwem sieci teleinformatycznej i danych.

**Słowa kluczowe:** łączność, środowisko sieciocentryczne, QoS

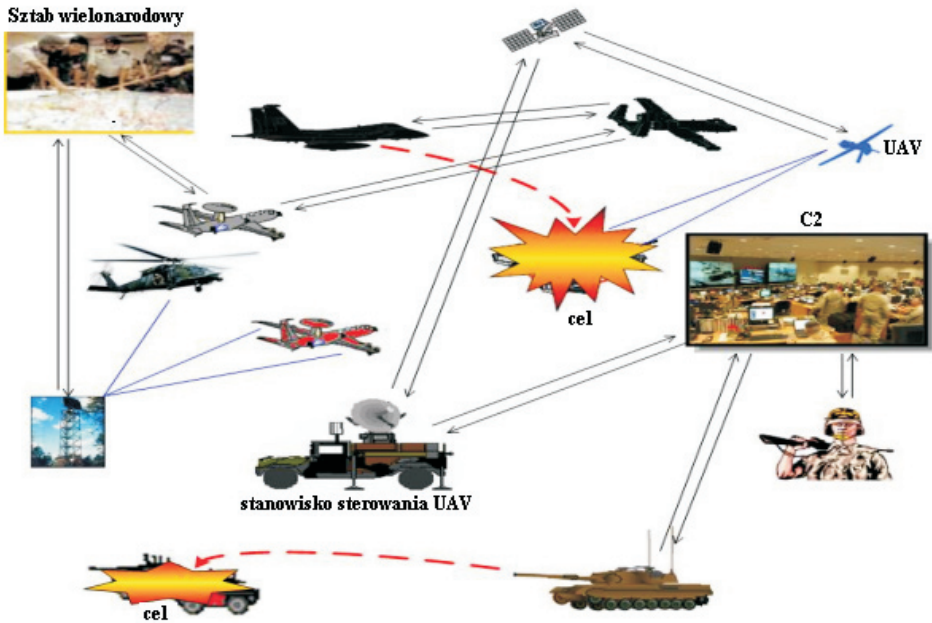
**Symbole UKD:** 621.39

### 1. Wymagania dla systemu łączności NEC

Z założenia sieciocentrycznego modelu pola walki (*Network Enabled Capabilities — NEC*) wynika, że system kierowania walką ma charakter zdecentralizowany, cechuje się spłaszczeniem strukturalnym, z przeniesieniem ciężaru podejmowania decyzji w stronę warstwy wykonawczej, ale umożliwia także scentralizowane kierowanie dysponowanym potencjałem. Struktura tego systemu jest rozproszona, niezależna od przestrzennego położenia elementów systemu telekomunikacyjnego (brak korelacji położeniowej elementów obu systemów). Podejmowanie poprawnej decyzji w warunkach walki sieciocentrycznej jest uwarunkowane wszechstronnym zabezpieczeniem informacyjnym organu podejmującego decyzje. Sprawność systemu dowodzenia zależy w tych warunkach w głównej mierze od zapewnienia

terminowej, wiernej i bezpiecznej łączności, obejmującej swym zasięgiem obszar rozmieszczenia sieci (obszar rozmieszczenia potencjału walki).

System sieciocentryczny wprowadza znaczne zmiany w modelu pola walki, gdyż nie pozostaje już ono ograniczoną przestrzenią, na której są prowadzone działania bojowe. Jest zwiększone i rozszerzone o szereg sensorów, użytkowników oraz środków ogniowych, które niekoniecznie muszą znajdować się w rejonie działań bojowych, a świadczą usługi na korzyść wojsk. Potrzebny jest system, który w przypadku wykrycia ukrytego celu przez wyspecjalizowane, penetrujące sensory pozwoli na przeglądanie zapisów archiwalnych pochodzących z innych sensorów oraz ułatwi kojarzenie informacji. Przykładowy obraz działań w przestrzeni walki obrazuje rysunek 1.



Rys. 1. Przykładowy obraz działań w przestrzeni walki

O jakości informacji mogą również świadczyć jej pewne atrybuty, dzięki którym można ograniczyć problem niepewności. Należą do nich [1]:

- szczegółowość,
- zupełność,
- terminowość,
- prawdziwość,
- spójność.

**Szczegółowość** dotyczy ilości informacji, jaką należy otrzymać, aby móc podjąć odpowiednie i przede wszystkim poprawne decyzje. Wiadomo, że posiadanie

większej ilości wiedzy o siłach zarówno własnych, jak i przeciwnika daje przewagę i spore możliwości, ale z kolei zalanie nadmierną informacją też nie jest korzystne. Wprowadza ono znaczne opóźnienie w przepływie danych i rozkazów. Pożądane jest, aby dostarczana ilość informacji była wystarczająca dla danego poziomu działań, ale nie nadmierna.

**Zupełność** oznacza otrzymywanie wiadomości od wszystkich elementów, które są powiązane z danym rodzajem wiadomości i dostarczają informacje. To pewność, że wszystkie te elementy są dostępne — zarówno obiekty, jak i ich cechy oraz połączenia pomiędzy nimi.

**Terminowość** dotyczy czasu otrzymania informacji, aby móc podjąć określone decyzje i działania. Informacja dostarczona z opóźnieniem traci na swojej ważności, a nawet staje się bezwartościowa, mimo że jest prawdziwa i szczegółowa. Terminowość jest szczególnie ważna, jeśli ma się do czynienia z obiektami mobilnymi, gdzie czas ważności informacji jest niezwykle krótki i należy ją bardzo szybko przesłać. Wymagane jest, aby informacja o sytuacji na polu walki jak najszybciej docierała do organów decyzyjnych i stamtąd po analizie jak najszybciej była wypuszczana jako rozkazy dotyczące dalszych działań.

**Prawdziwość** informacji jest trudna do sprawdzenia, gdyż należałoby ją porównać z rzeczywistością, co generalnie jest niemożliwe, gdyż otrzymywana jest ona z wielu źródeł rozmieszczonych na całym terenie działań. Dlatego też prawdziwość informacji określa się na podstawie pewności źródła informacji, a ta z kolei oceniana jest na podstawie dwóch wskaźników. Pierwszym jest analiza prawdziwości danych dostarczanych przez dane źródło do tej pory. Drugim jest zaś miejsce źródła w przepływie informacji — czy informacja płynie bezpośrednio od źródła, czy jest ono tylko pośrednikiem i czy w związku z tym mogą powstać jakies przekłamania.

**Spójność** oznacza jednolitość informacji we wszystkich centrach dowodzenia, w różnych obszarach i aplikacjach. W celu zapewnienia prawidłowego oraz skutecznego prowadzenia działań konieczna jest jednolitość informacji we wszystkich etapach i obszarach działań.

Atrybuty te są wzajemnie niezależne. Informacja może na przykład pochodzić z wszystkich dostępnych źródeł, ale być nieprawdziwa lub nieszczegółowa. Jednakże terminowość, prawdziwość i odpowiednia szczegółowość informacji uważane są za parametry najważniejsze, które są wymagane jednocześnie, aby można było uznać informację za wartościową, szczególnie w procesie podejmowania decyzji. Niespełnienie choćby jednego z tych kryteriów może spowodować zachwianie w prawidłowości systemu dowodzenia działaniami. Generalnie atrybuty zależą od rodzaju działań, jakie są wykonywane oraz potrzeb w danym etapie działań i w zależności od tego mają różne wartości i wymogi.

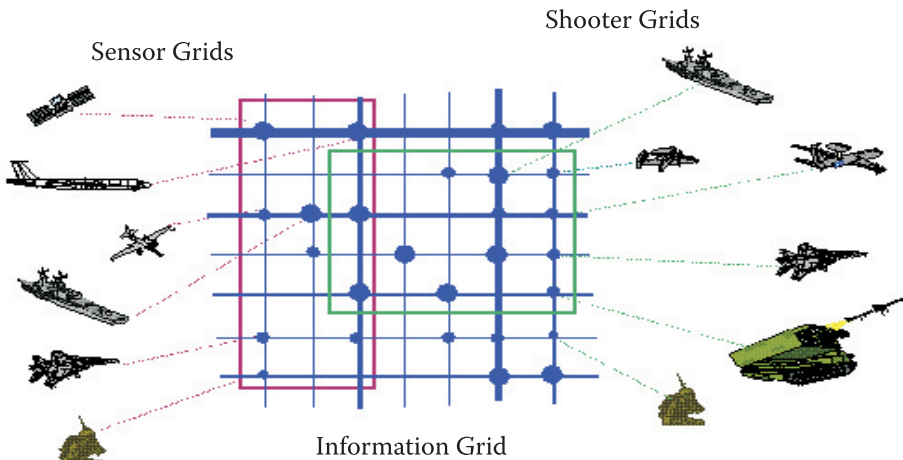
System dowodzenia w środowisku sieciocentrycznym cechuje się wysoką elastycznością, zapewniającą reagowanie na zmiany sytuacji (bojowej, powietrznej itp.) w czasie rzeczywistym. Cecha ta wymusza od systemu telekomunikacyjnego

NEC gotowość do świadczenia usług w warunkach zróżnicowanego oddziaływania otoczenia systemowego (środowiska telekomunikacyjnego).

Z powyższego wynika, że system łączności NEC powinien zapewniać [2]:

- szybkie przenoszenie dużych ilości informacji,
- odporność na rozpoznanie, zakłócenie, zniszczenie,
- wysoką żywotność i niezawodność,
- niedostępność informacji dla przeciwnika,
- odporność na rozpoznanie, zakłócanie i zniszczenie,
- realizację procedur automatycznego zarządzania.

Bazą funkcjonowania systemu sieciocentrycznego jest sieć. Docelowa struktura NEC wymaga odpowiedniej infrastruktury sieciowej — tzw. Globalnej Sieci Informacyjnej (*Global Information Grid* — *GIG*). Dzięki połączeniu w sieci środków rozpoznania (*Sensor Grid*), systemów dowodzenia (*C2 Grid*) oraz uzbrojenia — aktywnych środków walki (*Shooter Grid*) możliwe jest osiągnięcie efektywnych i sprawnych w prowadzeniu operacji militarnych. Możliwe jest to tylko dzięki synergii, która jest skutkiem współużytkowania informacji we wspólnym środowisku operacyjnym. Ponadto połączenie takie pozwoli na opracowanie nowych koncepcji prowadzenia działań bojowych. Ilustrację synergii sieci przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Ilustracja synergii sieci [7]

Z powyższego wynika konieczność aplikacji automatycznych procedur zarządzania zasobami telekomunikacyjnymi, stosownie do skutków wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych. System ten będzie wyposażony w pakiet automatycznych procedur zarządzania uszkodzeniami, konfiguracją, jakością usług (QoS), wydajnością i bezpieczeństwem. Urządzenia telekomunikacyjne sieci szkieletowej będą wyposażone w mechanizmy samonaprawialne.

Perspektywiczny system łączności będzie zdefiniowany głównie poprzez rozwój technologii teleinformatycznych, integrujących obie dziedziny komunikacji, tj. informatykę i telekomunikację. Sieć telekomunikacyjna środowiska sieciocentrycznego będzie zatem siecią wielousługową i konwergentną. Standaryzacja, która obejmie główne aspekty normalizacji systemów telekomunikacyjnych i informatycznych, sprawi, że trendy integracyjne systemów telekomunikacyjnych i informatycznych będą się nasilały i w perspektywie możemy założyć, że system łączności środowiska sieciocentrycznego (NEC) będzie systemem teleinformatycznym. Zyskają na znaczeniu usługi związane z bezpieczeństwem sieci teleinformatycznej i danych.

System łączności NEC powinien zatem składać się z podsystemów rozproszonych, umożliwiających przetwarzanie, wizualizację, przechowywanie, przeszukiwanie i dostarczanie informacji multimedialnych. Podstawowymi urządzeniami końcowymi operatorów systemu będą komputery gridowe, korzystające z rozproszonych baz danych. Zakres usług udostępnianych użytkownikowi przyjmie formę usług dodanych do tradycyjnego przesyłania danych, rozumianego jako transmisja danych do wewnętrznej obsługi gridów. Transmisja danych w tym systemie będzie realizowana w cyfrowych kanałach własnych bądź dzierżawionych, dynamicznie, w optycznej sieci globalnej, państwa, resortu itp. System ten będzie realizował wiele nowych aplikacji telekomunikacyjnych, np. sterowanie urządzeniami bojowymi, odbiornikami radiowymi, samochodami, samolotami bezpilotowymi itp., udostępniając również usługi ekstrawaganckie — np. przesyłanie wrażeń zapachowych, które mogą zostać wykorzystane w procesie rozpoznania, autentyfikacji itp.

Podręczne terminale operatorów systemu powinny zostać zintegrowane z szerokopasmową siecią komórkową typu UWB (*Ultra-Wide Band*) i umożliwić wymianę informacji z szybkością ponad 500 Mb/s, a także z systemami pozycjonowania typu GPS, Galileo, podręcznymi urządzeniami (np. skanerem, aparatem fotograficznym), interfejsami do sieci lokalnych oraz sieci rozległych (szkieletowych).

Sieć łączności NEC osiągnie więc status sieci, w której wiodącą będzie technologia pakietowa oparta na protokole IP. Technologia ta (protokół IP) powinna zostać wyposażona w rozwinięte mechanizmy gwarancji jakości oferowanych usług oraz bezpiecznego interconnectu globalnego.

Fundamentalnym ograniczeniem rozwoju sieci będą ograniczone możliwości ewolucji technologii IP. Z kolei obserwowany lawinowy rozwój aplikacji opartych na technice TCP/IP sprawia, że nie ma obecnie innej propozycji protokołu sieciowego.

Warstwa fizyczna systemu łączności NEC powinna bazować na nowoczesnych, szerokopasmowych, bezprzewodowych technologiach dostępu do usług w sieciach dostępowych i optycznych technologiach przełączających w sieciach szkieletowych.

Sieć światłowodowa wzmocni węzły łączności bezprzewodowej, które zapewnią efektywne połączenia szerokopasmowe. Zmieni się jednak zasadniczo zarządzanie zasobami tej warstwy. Stosunkowo wolną konfigurację ścieżek optycznych, ko-

rzyszającą ze złożonych systemów zarządzania, bądź konfigurację ręczną zastąpi wydzielona płaszczyzna sterowania z protokołami związanymi z technologią IP. Konstrukcja płaszczyzny sterowania systemem łączności NEC powinna bazować na automatycznie komutowanej sieci optycznej (ASON) lub uogólnionej wieloprotokołowej komutacji etykietowej (GMPLS). Bardziej prawdopodobna będzie aplikacja GMPLS.

W obszarze systemów dostępowych, z uwagi na dużą różnorodność zależną od lokalnych warunków, wiodącymi systemami powinny być szerokopasmowe systemy bezprzewodowe, w tym również wielkoobszarowe systemy radiokomunikacyjne 4G, które niebawem osiągną pełną dojrzałość techniczną. Będą one elementem bezprzewodowych systemów szerokopasmowych, które umożliwią transmisję z ruchomych terminali z szybkościami rzędu 500 Mb/s. Systemy te zostaną wyposażone w sprawne mechanizmy zapewniające bezpieczny dostęp i transmisję danych.

Ważnym elementem systemu łączności środowiska sieciocentrycznego powinny być bezprzewodowe systemy krótkozasięgowe (np. WLAN) oraz kolejne generacje systemu Bluetooth, które zastąpią połączenia przewodowe urządzeń stosowanych w centrach dowodzenia — na SD itp. Ich zaletą będzie osiągnięta do tego czasu jednorodność standaryzacyjna.

Znaczącą rolę w systemie łączności NEC powinny odgrywać systemy GSM/EDGE i UMTS z zainstalowanymi procedurami bezpieczeństwa, które przejmą część zadań systemów radiowych dedykowanych do obsługi terminali stacjonarnych. Wiąże się to z integracją sieci szkieletowych obsługujących dotychczas abonentów stacjonarnych oraz mobilnych przy użyciu sieci z komutacją pakietów i zwiększeniem jej przepustowości. W wyniku zarysowanych trendów ewolucyjnych znacznie się zaciera różnica między terminalami stacjonarnymi i ruchomymi. Uniwersalny terminal operatora NEC będzie miał jeden numer dostępowy, który być może będzie również numerem w sieci pakietowej.

Bezpieczeństwo środowiska dla złożonych aplikacji powinno być kluczowym czynnikiem weryfikującym większość oferowanych systemów. Kryterium przydatności poszczególnych technologii teleinformatycznych w NEC będzie gwarantowany przez nie poziom bezpieczeństwa i ostateczny poziom doskonałości technologicznej. Użytkownicy indywidualni, którzy będą korzystali z urządzeń i aplikacji certyfikowanych, powinni być zweryfikowani pod kątem bezpieczeństwa osobowego, przy jednocześnie rozwiniętym systemie prawa w zakresie ścigania przestępstw komputerowych.

Niskie warstwy sieciowe powinny być oparte na technologiach z dostępem statystycznym do medium transmisyjnego. Zyskają zatem na znaczeniu szybkie wersje Ethernetu (Gigaethernet), MPLS i IPv6, a dla protokołów radiowych — 802.16 i 802.20. W wyższych warstwach zwiększy się rola mobilności (Mobile IPv6), lokalizacji użytkownika, SIP i przede wszystkim usług sieciowych (*Web services*). Systemy te powinny wykorzystywać nowoczesne metody zabezpieczenia sieci (np. *Cryptographically Generated Addresses*).

Spełnienie powyższych wymagań będzie możliwe tylko przy wykorzystaniu urządzeń elektronicznych opartych na nowoczesnej technologii, wykorzystującej optyczną technologię procesorów sygnałowych, switchy, terabitowych komutatorów/routerów, mediów transmisyjnych: optoelektronicznych, satelitarnych, radiowych.

## 2. Architektura systemu łączności NEC

Do podstawowych wyznaczników architektury systemu łączności NEC należą:

- całkowite uzależnienie systemu dowodzenia od zakresu i jakości usług telekomunikacyjnych,
- aktualne możliwości i kierunki rozwoju technologii transmisyjno-komutacyjnych, umożliwiających serwowanie nowych usług przez sieci pakietowe, w tym bezpołączeniowe,
- dynamiczny rozwój różnorodnych usług telekomunikacyjnych, które są wynikiem upowszechnienia technologii dotychczas niedostępnych w wyniku m.in. otwarcia się segmentu wojskowego.

Zakres usług udostępnianych użytkownikowi w NEC obejmuje usługi dodane do tradycyjnego przesyłania danych, rozumianego jako przesyłanie danych do wewnętrznej obsługi gridów. Transmisja danych w tym systemie będzie realizowana w cyfrowych kanałach własnych bądź dzierżawionych, dynamicznie, w optycznej sieci globalnej, państwa, resortu itp. Połączenia te w superszybkiej sieci będą traktowane jak platforma telekomunikacyjna rozproszonego systemu gridowego. System ten będzie realizował wiele nowych aplikacji telekomunikacyjnych, np. sterowanie urządzeniami bojowymi, odbiornikami radiowymi, samochodami, samolotami bezpilotowymi itp. Terminale końcowe operatorów NEC będą korzystały z rozproszonych baz danych (BD). Reguły rozproszonych BD to [4]:

- autonomia lokalnych BD: lokalne dane powinny podlegać lokalnym regułom własności i powinny być zarządzane lokalnie,
- brak przyporządkowania przetwarzania do konkretnego miejsca: spełnienie tej reguły umożliwia uniknięcie wąskich gardeł, dzięki decentralizacji wszystkich funkcji rozproszonego systemu zarządzania BD,
- ciągłość funkcjonowania: przestoje w wykonywaniu operacji nie powinny być skutkiem dodania nowych miejsc ani ich usunięcia,
- niezależność od lokalizacji: użytkownicy lub programy aplikacyjne nie muszą wiedzieć, gdzie dane są fizycznie przechowywane,
- niezależność od rozczłonkowania: fragmenty jednego zbioru danych mogą być przechowywane i zarządzane przez rozproszony system BD jako jedna całość,

- niezależność od replikacji: pojawienie się replik danych nie powinno wpływać na postępowanie użytkowników ani na konieczność przeróbek aplikacji,
- rozproszone przetwarzanie zapytań: system powinien zapewniać sprawne przetwarzanie rozproszonych zapytań, umożliwiające zredukowanie zarówno czasu przetwarzania, jak i obciążenia sieci transmisji danych,
- niezależność od sprzętu i systemu operacyjnego: dowolne oprogramowanie rozproszonego systemu BD powinno pracować na różnych platformach,
- niezależność od sieci: aplikacje działające na rozproszonej bazie danych nie powinny być uzależnione od protokołów sieciowych,
- niezależność od systemu BD: powinno być możliwe przyłączenie do rozproszonej bazy danych lokalnej bazy danych zarządzanej przez dowolny lokalny system BD.

Z różnorodności informacji przesyłanej w NEC wynikają zróżnicowane wymagania jakościowe usług sieciowych, mierzone czasem przesyłu, jego regularnością, a także niezawodnością transmisji (stratnością). Zapewnienie odpowiedniej jakości przesyłów multimedialnych związanych z rosnącą liczbą informacji wymaga dużych przepustowości sieci.

Do najważniejszych właściwości, wynikających m.in. z wymagań środowiska sieciocentrycznego, zmieniających charakterystyki sieci łączności należą:

- integracja głosu z obrazem i danymi,
- zintegrowana infrastruktura transportowa,
- oferta nowych usług,
- otwartość sieci.

System łączności NEC charakteryzuje się pełną integracją usług czasu rzeczywistego (np. głosu) i danych, zrealizowaną na bazie jednolitej pakietowej sieci transportowej, wspólnej dla wszystkich przekazów multimedialnych (głos, dane, obraz). Jej kluczową cechą jest zdolność do świadczenia usług zarówno tradycyjnych, jak i zupełnie nowych, wszechstronnych, a zarazem prostych w stosowaniu przez użytkownika (niekoniecznie abonenta sieci).

Sieć NEC jest zdefiniowana przez następujące aspekty:

- transfer pakietowy (*packet+based transfer*),
- separacja funkcji sterujących, warstwy aplikacji i warstwy sieci,
- wsparcie dla szerokiego zasięgu usług, aplikacji i mechanizmów bazujących na usługach czasu rzeczywistego strumieniowych (*streaming*), usługach czasu nierzeczywistego (*non-real time services*) oraz usługach multimedialnych,
- szerokokopasmowe możliwości sieci dla połączeń pomiędzy użytkownikami końcowymi (*end-to-end*) z gwarantowaną jakością usług QoS i przezroczystością (*transparency*),



- współdziałanie międzysieciowe (*interworking*) przez otwarte interfejsy,
- ogólna mobilność,
- nieograniczony dostęp przez użytkowników do różnych dostawców usług (*service providers*),
- różnorodność sposobów identyfikacji, które mogą zostać zastosowane do adresów IP w celu routingu w sieciach IP,
- unifikacja cech usług dla tej samej usługi, jaka jest spostrzegana przez użytkownika,
- konwergencja usług w sieciach stacjonarnych i mobilnych,
- niezależność oferowanych usług od przyjętej technologii transportu,
- wymagane na odpowiednim poziomie bezpieczeństwo, prywatność etc.

Powyższe założenia dotyczące usług i efektywności działania sieci łączności definiują technologię transmisyjno-komutacyjną systemu łączności NEC jako pakietową z dużym udziałem trybu bezpołączeniowego, oferującą użytkownikom końcowym szeroki pakiet usług multimedialnych. Zakres usług zostanie zdefiniowany w serwerach aplikacji multimedialnych. Będą na nich rezydować aplikacje multimedialne oraz funkcje usługowe do tworzenia nowych aplikacji, osiągalne przez odpowiednie interfejsy otwarte oraz serwlety. Korzystając z nich, szefowie łączności (lub niezależni dostawcy usług) będą w stanie szybko i efektywnie wdrażać nowe konkurencyjne usługi bez konieczności jakiegokolwiek zmiany funkcjonalności istniejącej infrastruktury sieciowej. Przełomowe rozwiązania techniczne, jakimi są: przesyłanie głosu przez sieć pakietową (*VoD*) czy technika UMTS, zwiastują nową erę w tworzeniu aplikacji usług sieciowych. Duża szybkość transmisyjna, możliwość lokalizacji obiektu, dostęp do zawartości multimedialnych, oznaczają wdrożenie atrakcyjnych — z punktu widzenia kierowania NEC — aplikacji multimedialnych.

Sieć łączności NEC to — w najprostszym ujęciu — otwarta (podlegająca dalszym modyfikacjom) infrastruktura sieciowa, zdolna skutecznie obsłużyć dużą liczbę aplikacji i usług komunikacyjnych. Powinna ona zapewnić jednocześnie łatwe skalowanie przepływności sieci (niezbędne do sprostania bieżącym i przyszłym, jeszcze nie zdefiniowanym wymaganiom ruchu telekomunikacyjnego) oraz ułatwić szybkie reagowanie na zmienne wymagania pola walki.

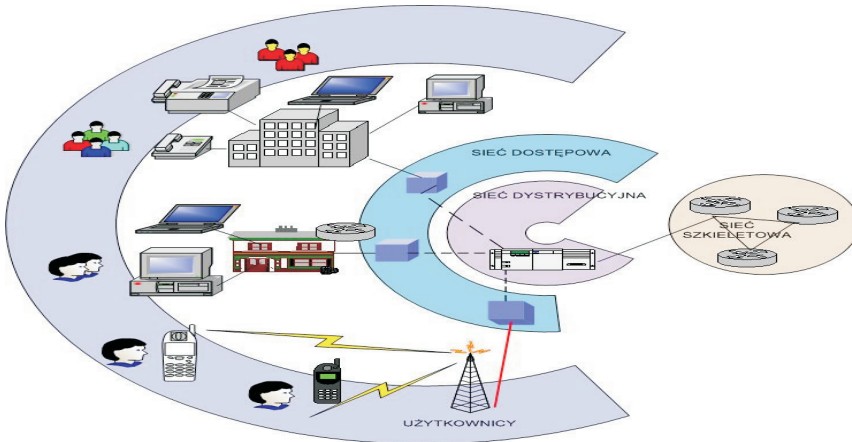
W swojej koncepcji sieć ta ma architekturę konwergentną — przede wszystkim w odniesieniu do pakietowej transmisji głosu i danych — z zastosowaniem całkowicie zintegrowanego sprzętu, umożliwiającego realizację połączeń wideokonferencyjnych w czasie rzeczywistym. Realizacja takiej koncepcji usług wymaga oddzielenia funkcji transmisyjnych od sterowania funkcjami usługowymi przez sieć, w tym również podstawowej funkcji tradycyjnych łączy komutowanych i dystrybucji usług w pakietowej sieci szkieletowej.

Zintegrowana platforma telekomunikacyjna (sieć szkieletowa) NEC powinna być multimedialna (optyczna, satelitarna, radioliniowa) i zapewniać realizację wymagań

(w tym niezawodnościowych) zarówno w zakresie pokrycia infrastrukturą telekomunikacyjną obszaru działania NEC, jak i dostępności oraz bezpieczeństwa usług.

Ogólnie system łączności NEC można podzielić na trzy warstwy: szkieletową (transportową), dystrybucyjną, stanowiącą brzeg sieci transportowej, oraz dostępową.

Ogólną architekturę warstwową systemu łączności NEC przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Architektura warstwowa systemu łączności NEC

Sieć szkieletowa NEC powinna być siecią szybką, zrealizowaną w technologii bezpołączeniowej komutacji pakietów bądź w technologii hybrydowej (np. *IPoATM*) i zarządzaną przez zintegrowane centra zarządzania (*Call Server, Media Server, Call Agent, Media Gateway Controller*, inne) wg protokołu SNMPx lub TMN. Struktura sieci szkieletowej NEC powinna być uproszczona przez usunięcie zbędnych warstw, takich jak ATM czy SDH. Wymusza to jednak przeniesienia części jej funkcjonalności w inne miejsca. Na przykład mechanizmy protekcji i odtwarzania powinny znajdować się bezpośrednio w warstwie optycznej. Ta najniższa warstwa powinna być oparta na standardach OTN (*Optical Transport Network*). Mechanizmy ramkowania i enkapsulacji informacji użytkownika powinny wykorzystywać protokoły GFP (*Generic Frame Procedure*) oraz protokół 10GbEthernet, przystosowany do transmisji na duże odległości.

Topologia sieci szkieletowej powinna być przestrzenna i zapewniać wymaganą redundancję łączy telekomunikacyjnych. Baza telekomunikacyjna sieci szkieletowej (warstwa fizyczna) powinna być wykonana z wykorzystaniem wszystkich dostępnych mediów transmisyjnych (retlanslatorów bezpilotowych, łączy satelitarnych, optoelektronicznych, radiowych itp.).

Zaimplementowana technologia w warstwie sieciowej (np. *IPoATM, IP*) umożliwi realizację problemów związanych z inżynierią ruchu telekomunikacyjnego w sieci (adresowanie, rekonfigurację sieci, wybór trasy) oraz zarządzanie pasmem,

z zachowaniem warunku ekonomiki transmisji. Protokół sieciowy powinien być wyposażony w mechanizmy bezpieczeństwa (np. *IPSec*) oraz wspomagające usługi czasu rzeczywistego (odpowiedniki *Diffserv* i *Intserv*). Zaimplementowane usługi multimedialne stanowią alternatywę w stosunku do usług oferowanych przez sieci pakietowe zorientowane połączeniowo. Całość sieci szkieletowej powinna być powiązana z globalnym (lub strefowym) systemem lokalizacji i dystrybucji czasu (np. *GPS/GNSS*, *Galileo*).

Przykładem usługi oferowanej przez serwer aplikacji multimedialnych jest realizacja odtwarzania „zapowiedzi” słownych i wizualnych, tłumaczenie tekstu na mowę, rozpoznawanie głosu oraz konfiguracja mostków wideokonferencyjnych (transmisja obrazu i głosu w trybie multipoint-multipoint).

Wprowadzenie usług multimedialnych w sieci NEC będzie uzależnione od możliwości funkcjonalnych terminali stanowiących wyposażenie użytkowników końcowych. Docelowo w środowisku NEC przewiduje się zindywidualizowanie usług multimedialnych, obejmujące weryfikację obecności i gotowości użytkownika, przesyłanie wiadomości tekstowych, głosowych i obrazów oraz realizujących wideotelefonię. Zarządcy sieci łączności (szefowie łączności) będą mogli oferować użytkownikom dostęp do usług telewizyjnych wysokiej jakości, telekonferencji multimedialnych i wielu innych.

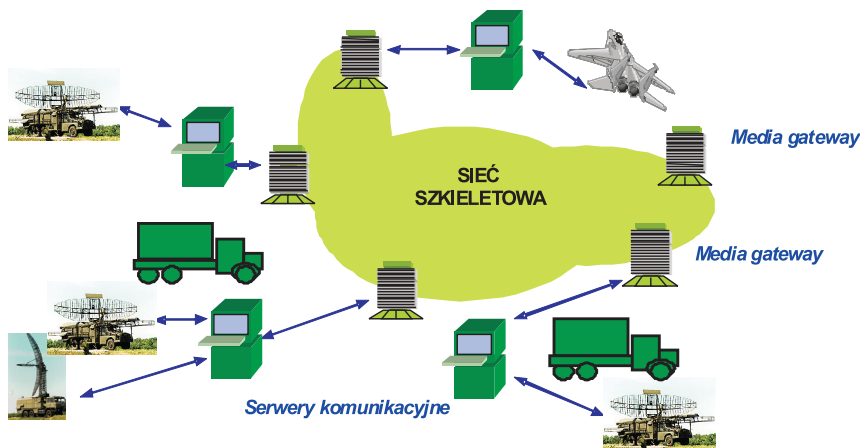
Platforma usługowa sieci łączności NEC powinna również dostarczać dodatkowych informacji o użytkownikach końcowych dotyczących: ich preferencji, lokalizacji, gotowości, sposobu powiadamiania o połączeniu, możliwości funkcjonalnych terminali, którymi dysponują. Dzięki otwartym interfejsom zarówno informacje tego typu, jak i zasoby oraz możliwości funkcjonalne infrastruktury sieciowej mogą być optymalnie wykorzystane.

Wzorem warstwowej koncepcji sieci inteligentnych IN, ogólna architektura sieci NEC będzie otwartą strukturą warstwową, tworzoną przez warstwy funkcjonalne: dostępu, mediów (transportową), sterującą i usług sieciowych, które są połączone otwartymi interfejsami, co gwarantuje elastyczność skalowania, przepływność i rozbudowę sieci w przyszłości. Charakterystyczną cechą takiej architektury jest możliwość konfigurowania jej elementów, przy czym każdy z nich może ulegać zmianie, rozszerzeniu bądź nawet likwidacji.

W sieci dostępowej, łączącej operatora NEC z siecią szkieletową przez bramy medialne, powinny zostać zaadaptowane współczesne technologie dostępne: przewodowe typu xDSL (*Digital Subscribe Line*), szybki Ethernet, optyczne, bezprzewodowe, szerokopasmowe UWB, LMDS, WATM (*Wireless ATM*), szerokopasmowa telefonia komórkowa (*UMTS*) i trunkingowa (*TETRA*), system LINKx, szerokopasmowy, abonencki system satelitarny (*Wide Band Data Link — WBDL*), a także różne odmiany sieci WLAN (*Wireless LAN*, *HIPERLAN*) z zainstalowanymi procedurami QoS (gwarancji pasma) oraz bezpieczeństwa [9].

Zainstalowane w warstwie dostępowej aplikacje bezpieczeństwa powinny umożliwić poszerzenie zakresu dostępu dla większej liczby użytkowników oraz

urządzeń, dzięki ścisłemu dopasowaniu możliwości dostępowych do środowiska użytkownika. Użytkownik będzie mógł uzyskać bezpieczny dostęp do plików i zasobów w zależności od scenariusza procesów danego użytkownika, zwiększając tym samym kontrolę wykorzystania zasobów. Zdalni i mobilni użytkownicy powinni mieć zapewniony dostęp do swojej poczty e-mail, plików oraz sieci, bez konieczności instalowania oprogramowania klienckiego. Schemat funkcjonalny systemu łączności NEC przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Schemat funkcjonalny systemu łączności NEC

Infrastrukturę sieci dostępowej będą stanowiły również satelitarne systemy dostępowe, umożliwiające instalację w dowolnym miejscu, niezależnie od ukształtowania terenu. Ta technika wymaga jednak wysokich nakładów finansowych na sprzęt i dzierżawę pasma na transponderach satelitarnych, platformach stratosferycznych, i jest obciążona dużymi, dochodzącymi do sekund opóźnieniami transmisji, utrudniającymi realizację usług czasu rzeczywistego. Stanowi jednak jeden z bezpieczniejszych i niezawodnych systemów dostępowych.

### 3. Wnioski

Koncepcja architektury sieci telekomunikacyjnej NEC zakłada zróżnicowanie metod dostępu (zarówno w aplikacjach przewodowych, jak i bezprzewodowych) z wykorzystaniem wspólnej sieci szkieletowej wspólnych usług. Takie podejście zapewnia możliwość korzystania z różnych usług, niezależnie od rodzaju dostępu. Sieci: dostępowa i szkieletowa pełnią funkcję pomostu między systemem usługowym a użytkownikiem. Kluczową rolę odgrywają parametry obu segmentów (dostępowego i dalekosiężnego), takie jak przepustowość i opóźnienie. Jednak architektura sieci NEC znacznie rozszerza funkcjonalność dotychczasowej telekomunikacji.

Programy badawcze, których celem jest określenie kierunków rozwojowych systemów walki, oraz postęp w technologiach informacyjnych definiują poziom bezpieczeństwa narodowego. Zakłada on przewagę informacyjną (*Information Superiority* — IS) oraz koncepcję wojny sieciocentrycznej. Znakiem czasu są również tzw. wirtualne organizacje, które w optymalny sposób skupiają niezbędne zasoby osobowe i procesy w celu realizacji określonych zadań. Dzięki połączeniom sieciowym organizacje wirtualne pozwalają zwiększyć możliwości bojowe i organizacyjne sił bojowych. Możliwości te są związane z tzw. wirtualną współpracą, wirtualną integracją czy specjalizacją i bazują na wspólnej świadomości pola walki oraz wiedzy o potencjalnym lub obecnym przeciwniku. Od czasu gdy sieci komputerowe i nowoczesne środki łączności przełamały barierę dużych odległości, zwiększyły się możliwości współpracy, integracji i specjalizacji sił zbrojnych, w tym również sił powietrznych.

Zdaniem Autora, NEC jest odpowiedzią na zapotrzebowanie potencjału militarnego w zakresie informacyjnego wsparcia działań bojowych. Zrozumienie wzrastającej roli informacji w procesie dowodzenia i kierowania wojskami oraz możliwości stworzonych przez wdrożenie koncepcji wojny sieciocentrycznej pozwoli na znaczne zwiększenie ich możliwości bojowych — przez wykorzystanie przewagi informacyjnej i decyzyjnej. Sieć łączności NEC umożliwi szybką oraz niezawodną komunikację pomiędzy mobilnymi obiektami, pododdziałami i innymi jednostkami w warunkach działań w nasyconym różnymi środkami radioelektronicznymi polu walki. Koncepcja architektury sieci telekomunikacyjnej NEC zakłada zróżnicowanie metod dostępu (zarówno w aplikacjach przewodowych, jak i bezprzewodowych) z wykorzystaniem wspólnej sieci szkieletowej i wspólnych usług. Takie podejście zapewnia możliwość korzystania z różnych usług niezależnie od rodzaju dostępu — sieci: dostępowa i szkieletowa pełnią funkcję pomostu między systemem usługowym a użytkownikiem. Kluczową rolę odgrywają parametry obu segmentów (dostępowego i dalekosiężnego), takie jak przepustowość, opóźnienie i jego zmienność oraz poziom strat.

Wdrażanie i konfigurowanie sieci łączności NEC powinno mieć charakter ewolucyjny, gdyż koncepcja jako rozwiązanie przyszłościowe będzie podlegała ciągłym zmianom, zależnie od bieżących potrzeb i trendów rozwojowych teleinformatyki. Będzie to sieć, która docelową postać przyjmie dopiero w latach 2015-2020. Powodem tak długiej perspektywy czasowej są głównie problemy techniczne, które dotyczą zagwarantowania właściwej jakości usług (QoS), ich bezpieczeństwa oraz zapewnienia jakości usług operatorskich w sieciach IP. Ponadto nie ma jeszcze na rynku uniwersalnych bram dostępowych o dużej przepływności, a niektóre standardy w tym obszarze ulegają dalszym modyfikacjom. Także terminologia wykorzystywana przez firmy teleinformatyczne nie jest jednolita i stwarza problemy z identyfikacją poszczególnych elementów sieci oraz oferowanych usług multimedialnych. Dotyczy to zarówno użytkowników terminali stacjonarnych, jak coraz bardziej popularnych multimedialnych telefonów komórkowych.

Artykuł wpłynął do redakcji 19.07.2006 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 13.09.2006 r.

#### LITERATURA

- [1] G. S. MARTIN, *A vision of future Aerospace Power*, Posiedzenie Komitetu Wojskowego NATO, styczeń 2002.
- [2] A. L. MONEY (Assistant Secretary of Defense), *Report on Network Centric Warfare*, March 2001.
- [3] AFCA Luncheon FORCEnet, *The Catalyst for Transforming the US Navy*, LCDR Howard Pace Jr. Chief Engineer, PD-17.
- [4] K. SUBIETA, *Grid computing, czyli nowe spojrzenie na rozproszone bazy danych*, Instytut Podstaw Informatyki PAN, listopad 2003.
- [5] H. L. BOSCO, D. C. DOWNDEN, *Evolution of the Wide Area Network*, Bell Labs Technical Journal, vol. 5, no. 1, 2000.
- [6] R. SZPAKOWICZ, R. HOFFMANN, *Koncepcja wojny sieciowej jako odpowiedź na zapotrzebowanie sił powietrznych XXI wieku na informacyjne wsparcie działań bojowych*, Przegląd WLOP, sierpień 2003.
- [7] J. WALROD, *Sensor Networks for Network-Centric Warfare*, materiały z konferencji w Falls Church, 2000.
- [8] C. WILSON, *Network Centric Warfare: Background and Oversight Issues for Congress*, 2004.
- [9] S. ZAJAS, *Siły powietrzne w operacjach połączonych. Teoria i praktyka*, Przegląd WLOP, lipiec 2003.

#### M. WRAŻEŃ

##### Perspective signal system for NEC

**Abstract.** Communication requirements of NEC, as a result of net-center battlefield and ongoing changes in telecommunication environment, determine the direction of telecommunication system development. Integration trends of telecommunication and computer systems cause that the NEC communication system will be a teleinformatics system, in which leading technology will be a packet technology based on an IP protocol. This protocol will be equipped with the developed mechanisms ensuring the offered services, global interconnect with assured both quality of the services and security. Broadband wireless system will keep significant role. Services connected with security of a teleinformatics net and data will gain on significance.

**Keywords:** communication, Network Enabled Capabilities, QoS

**Universal Decimal Classification:** 621.39