

# **Forum TETRA Polska**

## **II spotkanie, 28 listopada 2006 r.**

### **Standard TETRA**

**– stan aktualny i kierunki rozwoju**

**mgr inż. Aleksander Orłowski**

e-mail: [A.Orlowski@itl.waw.pl](mailto:A.Orlowski@itl.waw.pl)



**INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI**  
**PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

## **TETRA = *Terrestrial Trunked Radio***

- projekt prowadzony przez ETSI
- pierwotna nazwa *Trans European Trunked Radio*
- cele:
  - zdefiniowanie europejskiego standardu cyfrowego systemu trunkingowego dla sieci PMR / PAMR
  - sieci dyspozytorskie (głos – dyspozytor  $\Leftrightarrow$  grupa), zbiorowe (grupy wirtualne, możliwe współdziałanie)
  - wg wymagań użytkowników, usługi V+D, w tym głównie służb bezpieczeństwa i ratownictwa (specjalne środki ochrony dostępu i komunikacji)
  - harmonizacja wymagań = scalenie rynku w jednym systemie (zamiast firmowych), oferowanym przez wielu dostawców, interoperacyjność produktów
  - efektywne wykorzystanie widma RF



**Specyfikacje ETSI:**  
<http://www.etsi.org/>

## ***TETRA***

- system trunkingowy = przydział kanału na żądanie
  - sieci dyspozytorskiej (komunikacja grupowa: dyspozytor  $\Leftrightarrow$  użytkownicy stacji ruchomych),
  - sieci zbiorowe w wydzieleniu wirtualnych (VPN) np. dla różnych służb komunalnych, możliwe grupy wspólne (współdziałania)
- standaryzacja systemu TETRA V+D (interfejs radiowy):
  - tryb trunkingowy – z infrastrukturą (TMO),
  - tryb bezpośredni – bez infrastruktury (DMO),
  - optymalizowany do transmisji danych (PDO),  
brak zainteresowania przemysłu

## **TETRA – architektura sieci**

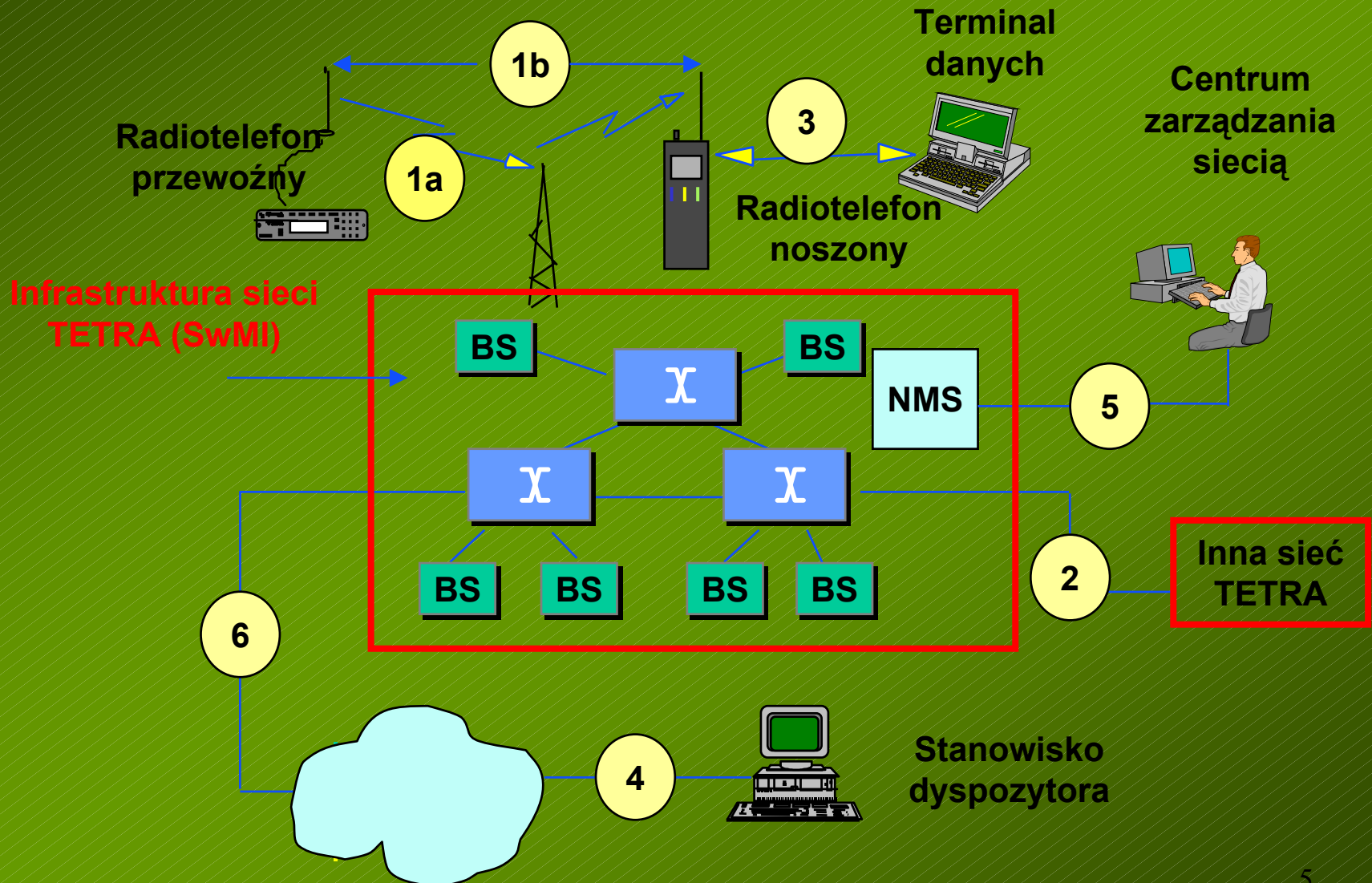
⇒ jednostki funkcjonalne systemu TETRA:

- stacje bazowe + stacje ruchome + **standardowy interfejs radiowy (AI)** – TMO  
(warstwa fizyczna i protokół trunkingowy)
- węzeł (węzły) sterujący sieci
- stanowiska dyspozytorskie
- łącza (transmisja)
- system zarządzania siecią (NMS)
- bramy do innych sieci  
(PSTN/ISDN, PABX, resortowe ...)

**podstawowa  
infrastruktura  
sieci TETRA**

- opcje: system rejestracji rozmów, bramka SMS i in.
- aplikacje (dyspozytorskie - zarządzanie grupami, AVL, dostęp do baz danych, GIS)

# TETRA – architektura sieci



## ***Standard TETRA V+D***

⇒ Standardowe interfejsy systemu TETRA:

- 1) **AI** (*Air Interface*) interfejs radiowy sieci TETRA (trankingowy TMO / bezpośredni DMO)
- 2) **PEI** (*Peripheral Equipment Interface*) interfejs pomiędzy radiotelefonem TETRA, a urządzeniem końcowym transmisji danych, np. laptop PC, PDA
- 3) **ISI** (*Inter System Interface*) interfejs między sieciami
- 4) Gateways (PABX, PSTN)

Inne interfejsy ostatecznie nie zostały zdefiniowane.

Wniosek. W zasadzie interoperacyjność urządzeń TETRA dotyczy interfejsu radiowego (styku stacji bazowych z radiotelefonami) oraz PEI (styku radiotelefonu z PC) oraz ISI

# **TETRA MoU Association**



⇒ Cele TETRA MoU Association:

- promocja standardu TETRA (informacje, prezentacje, konferencje itp.)
- opracowanie:
  - wymagań "TETRA Interoperability Profile (TIP)",
  - programów badań interoperacyjności "IOP test plans"
- testowanie interoperacyjności wg IOP MS  $\Leftrightarrow$  infrastruktura różnych producentów, w autoryzowanym laboratorium ISCOM w Rzymie, (Italian Ministry of Communications)  
Uwaga. Testy protokółów warstw drugiej, trzeciej i wyższych (zatem niezależne od częstotliwości)
- certyfikacja interoperacyjności: (TETRA Interoperability Certificate)

## ***TETRA – rynek wielu dostawców***

### ⇒ **Producenci infrastruktury:**

- EADS (d. NOKIA)
- Motorola
- SELEX Communications (d. OTE)
- Teltronic
- Rohde & Schwarz
- Siemens
- Rohill

### ⇒ **Rozwiązania "klasyczne" lub oparte o IP**

### ⇒ **Producenci radiotelefonów:**

- EADS, Motorola, SELEX, Sepura, Cleartone, Niros, Teltronic, in. – wg informacji na TWC 2005
- ponad 40 modeli na rynku w ciągu trzech lat, ostatnio też radiowe moduły OEM dla własnych aplikacji





## **TETRA MoU Association**

<http://www.tetramou.com/>

### **Członkowie:**

130 organizacji z 30 krajów  
w tym: National Institute of  
Telecommunications

TETRA (grudzień 2005):  
788 kontraktów w 77 krajach

Firmy, które uzyskały  
certyfikaty TETRA MOU  
(status: 22.09.2006):

- 3T Communications
- Artevea Digital
- Cleartone Telecoms
- EADS Secure Networks
- Motorola
- Rohde & Schwarz
- BICK Mobilfunk
- Rohill Technologies
- Selex Communications (OTE)
- Sepura
- Teltronic
- Thales
- Unimo Technology

## ***TETRA V+D – interfejs radiowy TMO***

- efektywne wykorzystanie widma kanału radiowego
  - pasmo 25 kHz / 4 kanały fizyczne (szczeliny czasowe) przydzielane na żądanie – "tranking"
- przesyłanie głosu (kanał 7,2 kbit/s)  
=> cztery rozmowy / kanał radiowy,  
lub kombinacja przesyłanie danych i rozmów)
- w każdej BS jedna szczelina jako kanał BCCH
- przesyłanie danych (netto) w trybie CS:

Liczba szczelin czasowych:	1	2	3	4
Bez zabezpieczenia	7.2	14.4	21.6	28.8
Słabe zabezpieczenie	4.8	9.6	14.4	19.2
Silne zabezpieczenie	2.4	4.8	7.2	9.6

- SDS: w kanale sterującym (BCCH)

## ***TETRA V+D – transmisja danych***

- dedykowane szczeliny (PDCH):
  - wada: niewykorzystane zasoby BS (przeciwnie idei "trankingu"),
  - zaleta: małe opóźnienie, lepsze wskaźniki QoS
- przydział dynamiczny:
  - zaleta: optymalne wykorzystanie (tranking),
  - wada: opóźnienie, gorsze wskaźniki QoS
- kilka szczelin do nadawania:
  - problem duplexu w MS => mała oferta rynkowa
- kanał danych: 2,4 kbit/s (netto) ⇒ aplikacje?
  - krótkie teksty, dostęp do baz danych, WAP, AVL, grafika o małej rozdzielczości (JPEG)
- wykorzystanie SDS (*Short Data Service*) do 2048 bitów platforma dla aplikacji, np. telemetrii, zdalnego sterowania, AVL, + "statusy" = predefiniowane wiadomości danych

## ***Potrzeby w zakresie transmisji danych:***

Stosowane lub przewidywane w sieciach PMR / PAMR:

- lokalizacja pojazdów (AVL) i/lub osób (APL)
- przesyłanie fotografii i nieruchomych obrazów
- przesłanie instrukcji, planów budynków i map (aplikacje GIS)
- pobieranie z baz danych informacji np. o osobach
- monitorowanie rytmu serca, temperatury itd. osób wykonujących bardzo ryzykowne zadania, albo pacjentów w czasie transportu do szpitala
- przesyłanie obrazów z miejsca wypadku, aby szpital zawczasu przygotował konieczne środki
- monitorowanie za pomocą kamer wideo prac związanych z dużym ryzykiem (bomba, skażenie chemiczne)

## ***Potrzeby w zakresie transmisji danych:***

- CCTV, monitorowania za pomocą kamer zagrożonych obszarów (prewencja)
- dane z urządzeń telemetrycznych
- zdalne sterowanie urządzeniami ostrzegającymi
  
- Transmisja wideo
  - kompresja obrazu ruchomego z kamery do kilku kbit/s, MPEG-4 part 10 lub AVC (ITU-T H.264)
  
- Fotografie, mapy i plany
  - kompresja "JPEG"

## ***Rozwój systemu TETRA – potrzeby***

- konieczność zaspokojenia potrzeb użytkowników w zakresie transmisji danych
- przedłużenie czasu życia systemu TETRA
- stworzenie drogi dla modernizacji TETRA V+D
- stworzenie możliwości wymiany usług z sieciami publicznymi 2,5 G i 3 G (nowy kodek)
- uzyskanie korzyści z wprowadzenia nowej techniki

### **Postęp techniki terminale:**

- zachowane atrybuty sprzętu profesjonalnego
- odporność na narażenia środowiskowe
- ergonomiczny "podobny do komórki"
- przyjazny MMI,
- kolorowy wyświetlacz o dużej rozdzielczości,
- SDS, aplikacje dostępu do baz danych, AVL, statusy

## ***Cele prac rozwojowych w ETSI:***

- rozpoznanie nowych wymagań ze strony użytkowników;
- transmisja danych pakietowych o większej szybkości
- rozszerzenie standardu interfejsu radiowego
- wybór dodatkowego kodeka sygnału mowy (zgodność z 3G)
- opracowanie lub przyjęcie standardu zapewniającego współpracę i roaming między siecią TETRA a sieciami publicznymi
- rozwój SIM dla systemu TETRA
- zapewnienie kompatybilności wstecz z dotychczasowym standardem
- opcja o większym zasięgu (> 58 km) dla komunikacji Air-Ground-Air (AGA)

## ***Drogi rozwoju systemu TETRA:***

TETRA Advanced Packet Service (**TAPS**)

nowa koncepcja w oparciu o specyfikację GSM/GPRS,  
– brak zainteresowania producentów

TETRA Enhanced Data Service (**TEDS**)

ewolucja TETRA V+D w warstwie fizycznej,  
w tym dwa istotne punkty:

- przygotowanie systemu pakietowej transmisji danych z szybkością większą niż możliwa TETRA V+D
- kompatybilność wstecz i integracja nowych usług z istniejącym standardem TETRA Release 1, [ok. 99,9 % wymagań specyfikacji TETRA Release 1 pozostaje aktualnych]
- 2005 r. decyzja o wprowadzeniu metodą rozszerzenie specyfikacji Release 1



## ***Interfejs radiowy TEDS:***

- częstotliwości jak TETRA V+D (pożądane ekstra)
  - system TDMA, 4 lub 8 szczelin;
  - ten sam kanał sterujący;
  - kanały radiowe o szerokości:  
**25 kHz, 50 kHz**, 100 kHz oraz 150 kHz
  - modulacja  $\pi/8$  D8PSK dla zwiększenia szybkości w kanałach 25 kHz drogą migracji (54 kbit/s zamiast 36 kbit/s przy  $\pi/4$  DQPSK )
  - kanały QAM:
    - podnośne modulowane 4-QAM (2 bity/symbol), 16-QAM (4 bity/symbol), 64-QAM (6 bitów/symbol),
    - 8 podnośnych w paśmie kanału 25 kHz
    - w kanałach szerszych: 16, 32, 48 podnośnych
    - szybkość modulacji 2400 symboli/s
- por. ETSI EN 300 392-2 v3.1.1

## ***Interfejs radiowy TEDS:***

- szybkości transmisji (brutto) kanał 25 kHz:
  - przy 4-QAM: 19200 symboli/s – 38,4 kbit/s,
  - przy 16-QAM: 19200 symboli/s – 76,8 kbit/s,
  - przy 64-QAM: 19200 symboli/s – 115,2 kbit/s

.....

- szybkości transmisji (brutto) kanał 150 kHz:
  - przy 4-QAM: 115200 symboli/s – 230,4 kbit/s,
  - przy 16-QAM: 19200 symboli/s – 460,8 kbit/s,
  - przy 64-QAM: 19200 symboli/s – 691,2 kbit/s

**BRAK DOSTĘPNEGO PASMA**

# TEDS przepływność danych pakietowych [kbit/s]

Modulation \ Channel Type	25 kHz	50 kHz	100 kHz	150 kHz
$\pi/4$ DQPSK	15.6			
$\pi/8$ D8PSK	24.3			
4-QAM	11	27	58	90
16-QAM	22	54	116	179
64-QAM	33	80	175	269
64-QAM	44	107	233	359
64-QAM	66	160	349	538

Uwaga. Podano dla łącza "w dół", kanał zajmujący 4 szczeliny

## Szybkości danych użytkownika

np. w kanale 25 kHz szybkość (netto) w granicach do 60 kbit/s, a system TETRA V+D do 9,6 kbit/s;

Zwiększenie efektywności emisji (pasma),  
kosztem utraty czułości odbiornika,  
a w konsekwencji zmniejszenie zasięgów sieci.

Dla TEDS zasięg będzie kilkakrotnie mniejszy niż dla trybu V+D. W terenie otwartym zamiast kilkunastu km, kilka km. Czy zwiększać gęstość stacji bazowych?

Prace ETSI w toku! Oferta sprzętu – nowe stacje bazowe EADS (Nokia) i Motorola przygotowane sprzętowo do TEDS

## Inne innowacje:

- kodek mowy, adaptacyjny 3GPP/GSM 4,75 kbit/s i opcjonalnie kodek NATO;
- interfejsy zewnętrzne sieci pakietowej jak GPRS

# Zasięg w otwartej przestrzeni (kanał 150 kHz)

Modulacja	4 QAM	16 QAM	64 QAM
Czułość [dBm]	-106	-100	-94
Maksymalny zasięg [km]	11,9	5,9	3,0

Analiza pokrycia TEDS - kanał 50 kHz

