

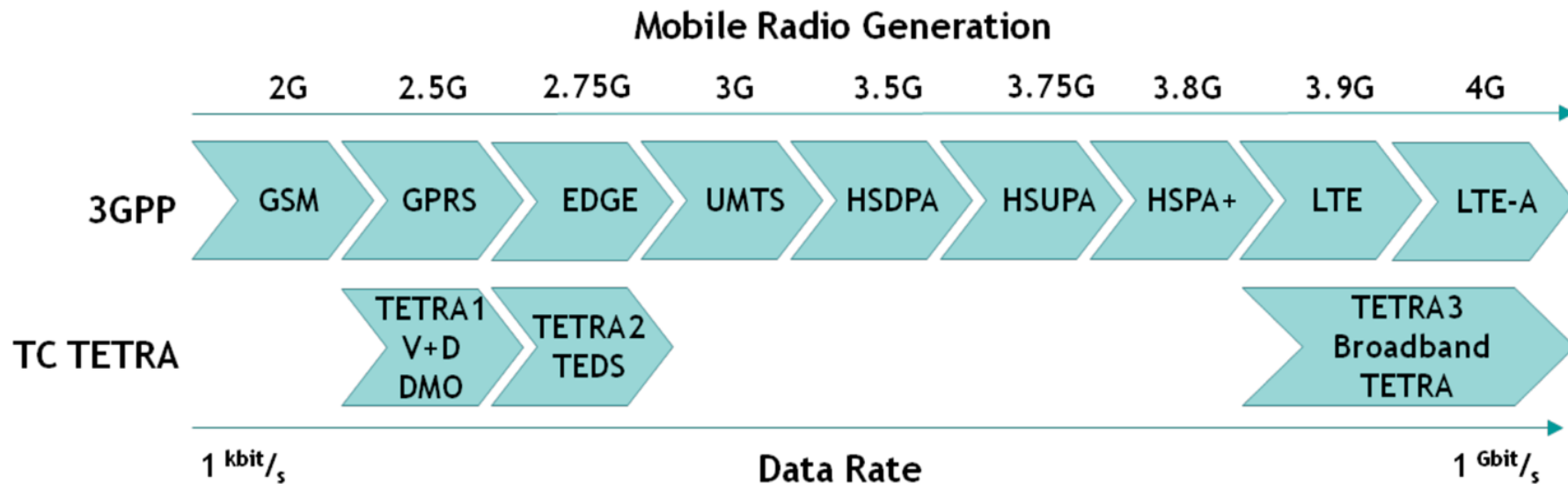
Ewolucja systemów łączności
trankingowej dla służb bezpieczeństwa i
ratownictwa - szerokopasmowa
transmisja danych

Jerzy Żurek

Ewolucja systemu TETRA

- Czynniki, które wymusiły prace nad rozwojem systemu TETRA
 - Potrzeba zapewnienia wyższych szybkości transmisji
 - Nowe wymagania ze strony użytkownika
 - Przedłużenie czasu życia technologii TETRA
 - Potrzeba zapewnienia możliwości wymiany usług z sieciami 2,5 G oraz 3 G
 - **Koncepcja TETRA High Speed Data (HSD)**
- Dwie podstawowe ścieżki TETRA HSD:
 - TEDS – TETRA Enhanced Data Service
 - TAPS – TETRA Advanced Packet Service

Ewolucja systemu TETRA



źródło: Evolution of TETRA, To a 4G All-IP Broadband Mission Critical Voice Plus Data Professional Mobile Radio Technology, P3 communications GmbH, 2011

Ewolucja systemu TETRA - TEDS

- TEDS – modyfikacja warstwy fizycznej systemu TETRA
 - zapewnienie znacznie wyższych szybkości pakietowej transmisji danych
 - Lepsza współpraca między TETRą a systemami publicznymi (GSM/GPRS, UMTS)
- Rozwiązanie **kompatybilne** wstecz z TETRA V+D (czyli ze standardem „pierwotnym”)
 - Obniżenie kosztów wprowadzenia technologii TEDS
- Rozwiązania stworzone podczas prac nad TEDS są obecnie częścią nowego standardu TETRA (**TETRA Release 2** lub w skrócie: **TETRA 2**)

Ewolucja systemu TETRA - TEDS

- Wielodostęp: TDMA
- Zakresy częstotliwości pracy systemu oraz klasy mocy stacji bazowej i terminali użytkowników – takie same jak w TETRA V+D
- Zmienna szerokość kanałów:
 - 25, 50, 100 i 150 kHz
- Modulacje
 - $\pi/4$ -DQPSK (we wspólnych kanałach sterujących TEDS i TETRA V+D) oraz:
 - $\pi/8$ -D8PSK (w kanale roboczym)
 - 4QAM (blisko granicy zasięgu)
 - 16QAM (dla umiarkowanych szybkości transmisji)
 - 64QAM (dla dużych szybkości blisko stacji bazowej)

Ewolucja systemu TETRA - TEDS

- Modulacja i sposób kodowania – dobierane adaptacyjnie
- Wykorzystanie tzn. sygnałów pilotowych do oceny stanu kanału
- Nowy wariant kodowania kanałowego: turbokodowanie PCCC

Ewolucja systemu TETRA - TEDS

- Teoretyczne szybkości transmisji „brutto” dla różnych konfiguracji modulacja/szerokość kanału

	Szybkość transmisji [kb/s]			
	25 kHz	50 kHz	100 kHz	150 kHz
$\pi/4$ -DQPSK, 1 szczelina	9	-	-	-
$\pi/4$ -DQPSK, 4 szczeliny	36	-	-	-
$\pi/8$ -D8PSK, 4 szczeliny	54	-	-	-
4QAM, 4 szczeliny	38	77	154	230
16QAM, 4 szczeliny	77	154	307	461
64QAM, 4 szczeliny	115	230	461	691

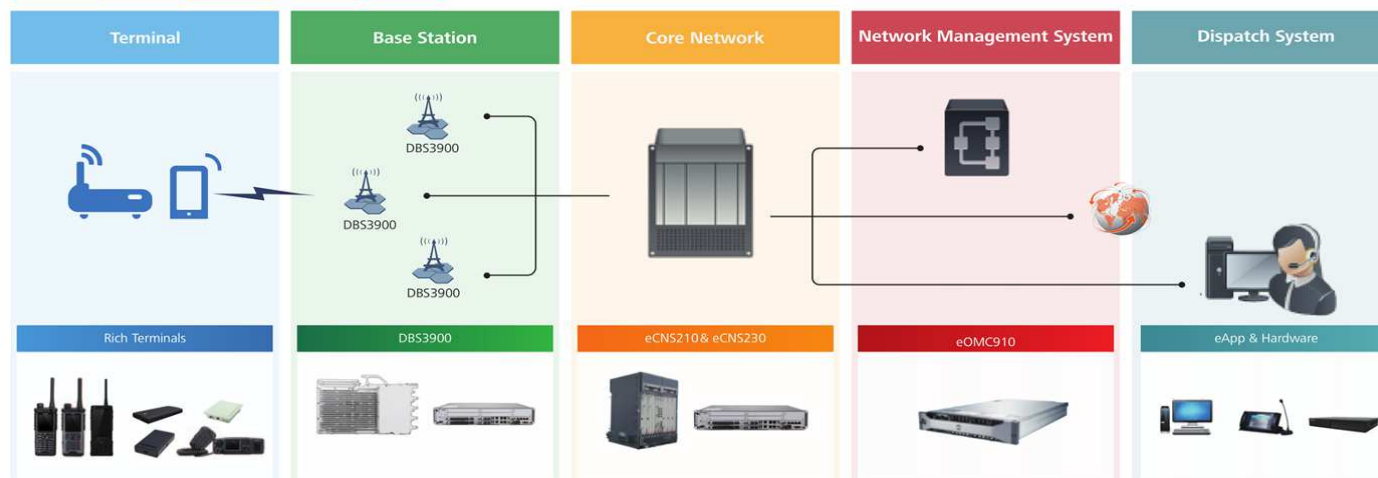
Ewolucja systemu TETRA – 4G eLTE Huawei

W 2014 roku firma Huawei wprowadziła własną wersję LTE dla systemów trunkingowych: 4G eLTE (wcześniej nazywane LTE enterprise).

Parametry eLTE:

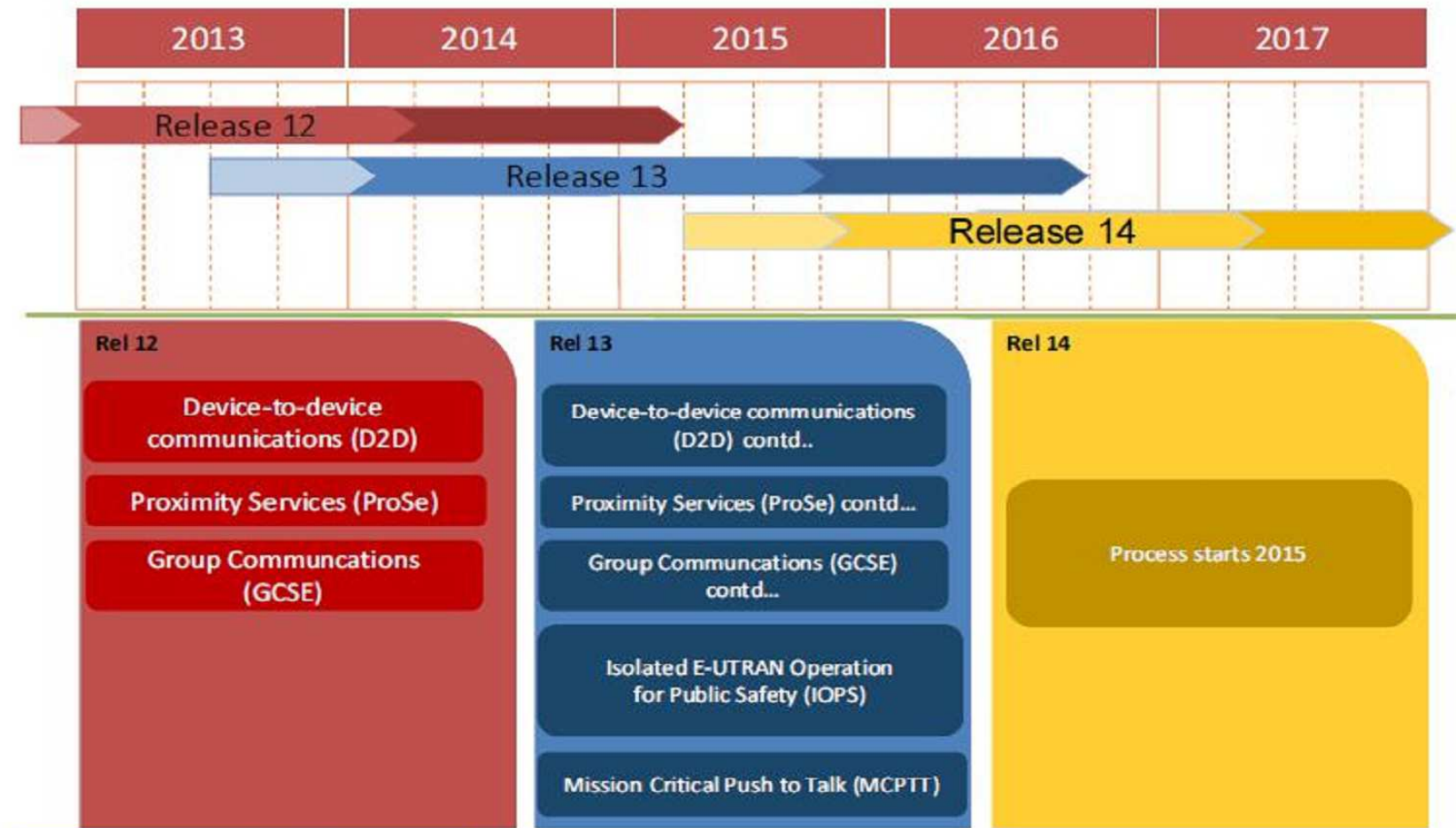
- max. liczba stacji bazowych – 500,
- max. liczba użytkowników – 100 000,
- max. liczba grup trunkingowych – 2000,
- transmisja video 720p HD w czasie rzeczywistym,
- częstotliwości 400, 800, 1400 i 1800 MHz,
- max. przepustowość 50 Mbits/s downlink, 20 Mbits/s uplink (kanały 5/10/15 MHz)

Common Network



*źródło:
materiały firmy
Huawei*

Ewolucja systemu TETRA – TETRA 3 LTE



Implementacji funkcjonalności łączności krytycznej w kolejnych edycjach standardów 3GPP

Ewolucja systemu TETRA – TETRA 3 LTE

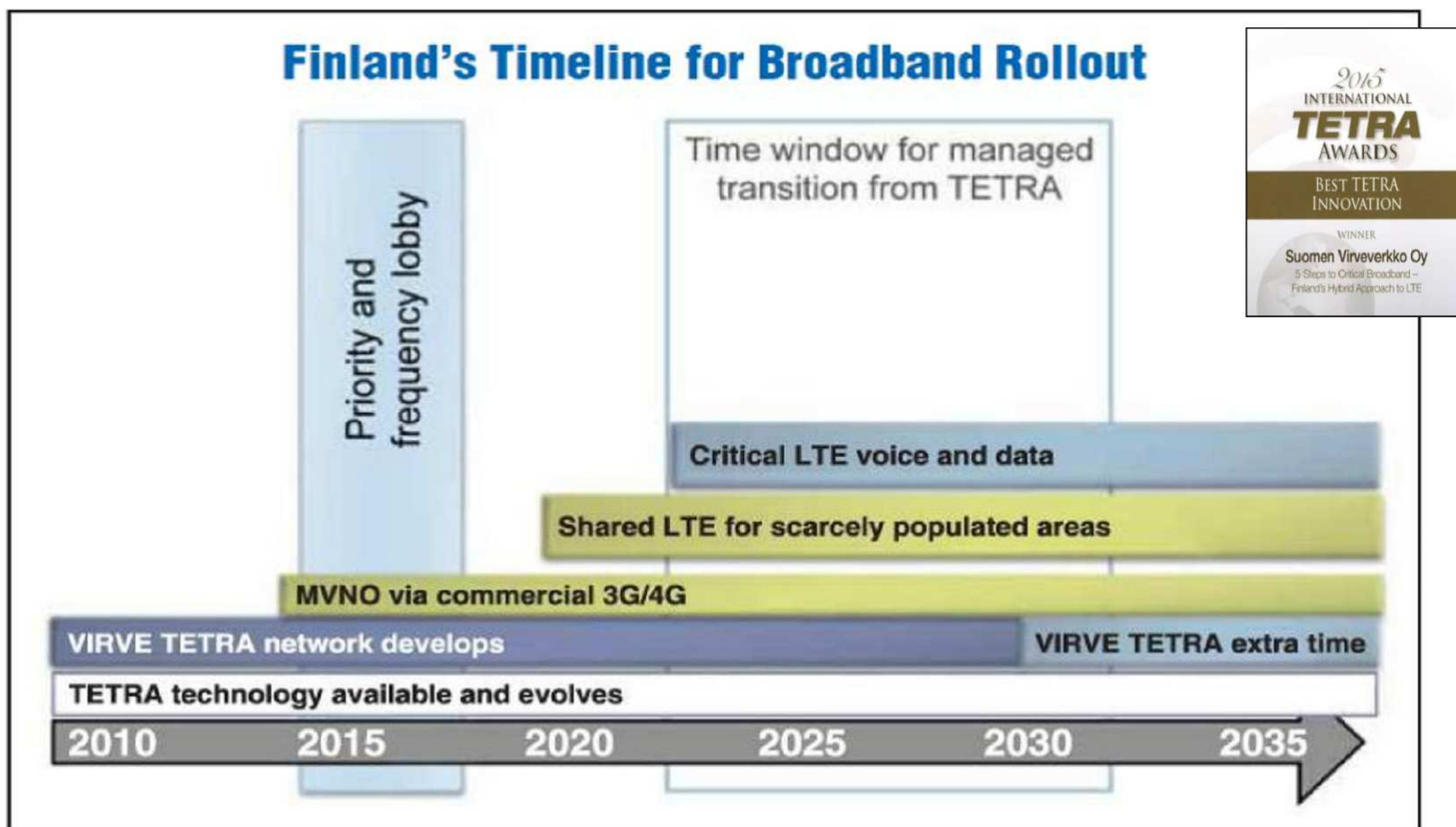
TETRA 3 – kolejna wersja TETRA oparta na technologii LTE.

3GPP w standardach LTE Release 13 i 14 wprowadza funkcjonalności LTE mające umożliwić stosowanie LTE do komunikacji trunkingowej.

Zagadnienia definiowane przez 3GPP dla dostosowania LTE do komunikacji *mission critical*:

- komunikacja grupowa
- wielkość grupy
- obsługa grup
- obsługa priorytetów
- czas nawiązania połączenia
- wykorzystanie zasobów
- Push To Talk
- dostępność serwisu
- zarządzanie systemem
- jakość rozmów / video

Przykłady wykorzystania TETRA w Europie – VIRVE (Finlandia)



źródło: RadioResources International, 4Q / 2014

Integracja sieci TETRA i LTE

- Niewystarczająca zasoby w sieciach TETRA – szybkość transmisji na poziomie kb/s.
- Zapotrzebowanie na nowe usługi wymagające szerokopasmowej transmisji danych na poziomie MB/s,
- **Komercyjne sieci szerokopasmowe mogą nie spełniać rygorystycznych wymagań sieci łączności o znaczeniu krytycznym.**
- Rozwiązanie:
 - budowa dedykowanej sieci szerokopasmowej dla potrzeb służb bezpieczeństwa publicznego (problem - w wielu krajach brakuje częstotliwości dla takich sieci),
 - Integracja sieci TETRA z sieciami LTE.
- 2 sposoby integracji:
 - Trunking over LTE
 - Sieć hybrydowa TETRA i LTE

Integracja sieci TETRA i LTE

- **Trunking over LTE**

- Sieć LTE, na bazie której uruchomiono usługi TETRA,
- Praca w paśmie od 400MHz do kilkunastu lub kilkadziesiątu GHz,
- Wymagane duże zasoby częstotliwościowe – szerokość kanału min. 1,4 MHz lub 3 MHz,
- Zachowana funkcjonalność TETRA (częściowo rozwiązania autorskie producentów sprzętu): PTT, wywołania pojedyncze, tworzenie i zarządzanie grupami użytkowników, wywołania grupowe, priorytetyzacja i wywłaszczanie połączeń, (ograniczona) możliwości pracy w trybie DMO,
- Nowe funkcjonalności: m.in. bezpieczna transmisja danych z szybkością od kilku (UL) do kilkunastu (DL) MB/s w zależności od szerokości pasma, transmisja obrazu wideo (**push-to-video**),
- Możliwość współpracy z klasycznymi sieciami TETRA i telefonicznymi (PSTN) dzięki odpowiednim bramom/linkom,
- Użytkownik wyposażony w jeden nowy terminal.

Integracja sieci TETRA i LTE

- **Sieć hybrydowa TETRA & LTE**
 - łączność TETRA i LTE na bazie jednej sieci szkieletowej.
 - Budowa niezależnej, dedykowanej sieci szerokopasmowej LTE lub/i wykorzystanie sieci w oparciu o tzw. model Secure MVNO (Bezpieczny Wirtualny Operator Sieci Mobilnej),
 - Użytkownik wyposażony w:
 - klasyczny terminal TETRA oraz dodatkowy terminal LTE,
 - nowy terminal TETRA obsługujący tryb szerokopasmowej transmisji danych,
 - terminal LTE, który umożliwia połączenie z siecią TETRA za pomocą dedykowanej aplikacji.

Integracja sieci TETRA i LTE

sieci hybrydowe



źródło:  **AIRBUS**
DEFENCE & SPACE

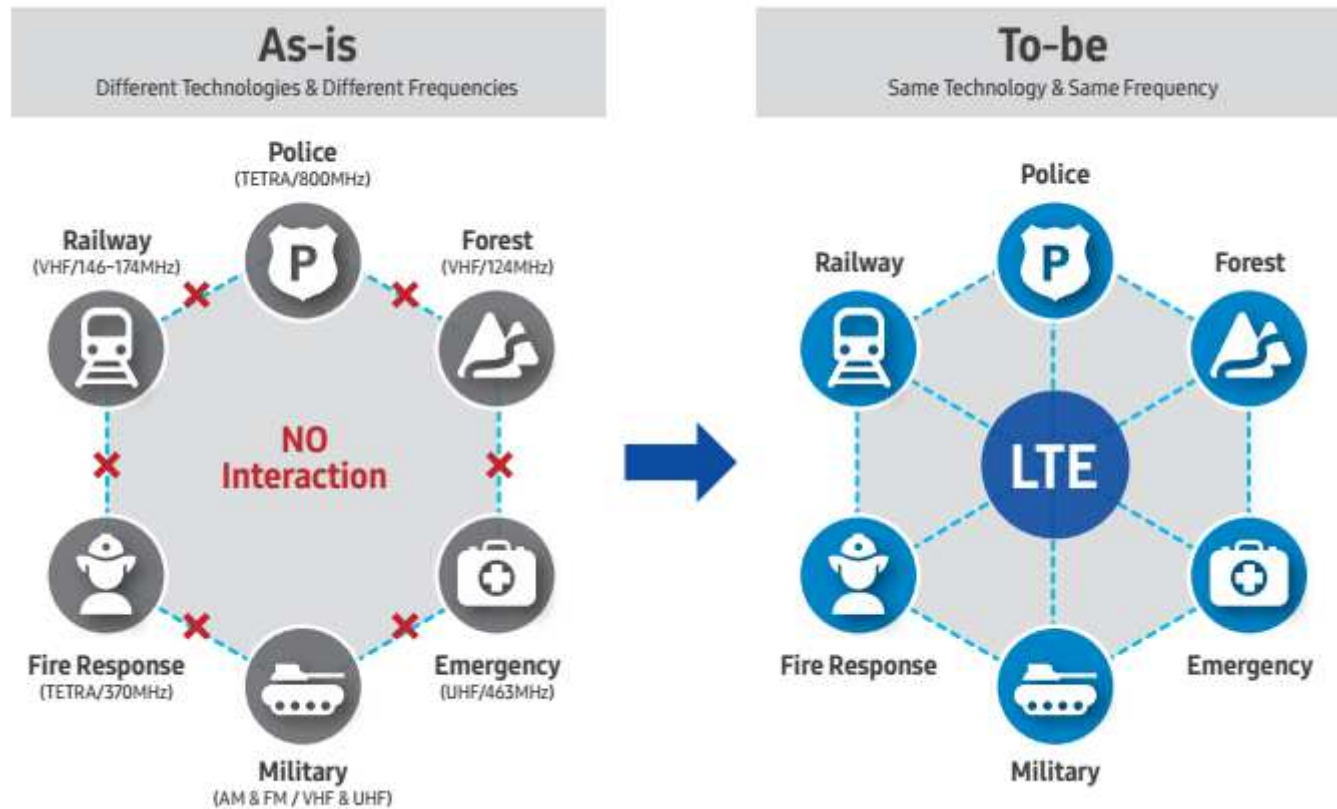
Integracja sieci TETRA i LTE

- Najwięksi producenci sprzętu promują obecnie swoje własne rozwiązania integracji sieci TETRA z sieciami LTE:
 - Airbus Defence and Space ,
 - Huawei,
 - Motorola,
 - Samsung Electronics,
 - Teltronic (grupa Sepura).
- Główny trend: budowa sieci **Public Safety Long Term Evolution (PS-LTE)**.

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- **Public Safety Long term Evolution (PS-LTE)**
- Organizacja 3GPP podjęła działania w celu dodania do standardu LTE cech oraz funkcjonalności istotnych z punktu widzenia obsługi sieci trunkingowych
 - Obsługa służb i instytucji kluczowych dla bezpieczeństwa publicznego (**public safety**)
- Cel: zapewnienie jednolitego interfejsu i standardu komunikacji dla różnych służb, które do tej pory korzystały z różnych – niekoniecznie kompatybilnych ze sobą – standardów łączności, zakresów częstotliwości, itp.

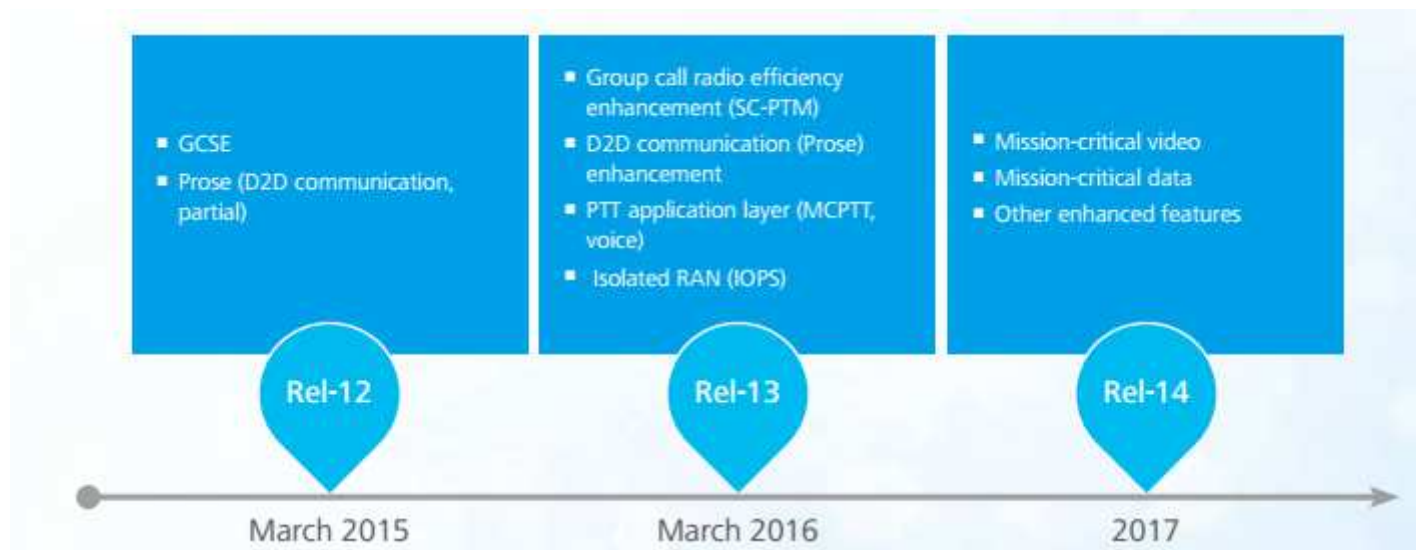
Trunking w sieciach LTE (3GPP)



Źródło: „Public Safety LTE Solutions. For a reliable, fast and secure network” – www.samsungnetworks.com

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- Działania 3GPP są przewidziane na dłuższy okres czasu obejmujący co najmniej trzy kolejne wersje (release) standardu



Źródło: „Huawei eLTE Broadband Trunking Solution” – www.e.huawei.com

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- Kluczowe elementy PS-LTE
 - **GCSE** (*Group Communication System Enabler*) – wsparcie **komunikacji grupowej** w sieciach LTE dla zastosowań związanych z bezpieczeństwem publicznym (3GPP TS.22.468)
 - **ProSe** (*Proximity Services*) – wsparcie dla **wykrywania urządzeń** znajdujących się w niewielkiej odległości od siebie (device discovery) **oraz komunikacji typu D2D** (device to device). Komunikacja ta może być realizowana za pośrednictwem sieci lub bezpośrednio i dotyczy w szczególności urządzeń wykorzystywanych przez służby. (3GPP TS.23.303)

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

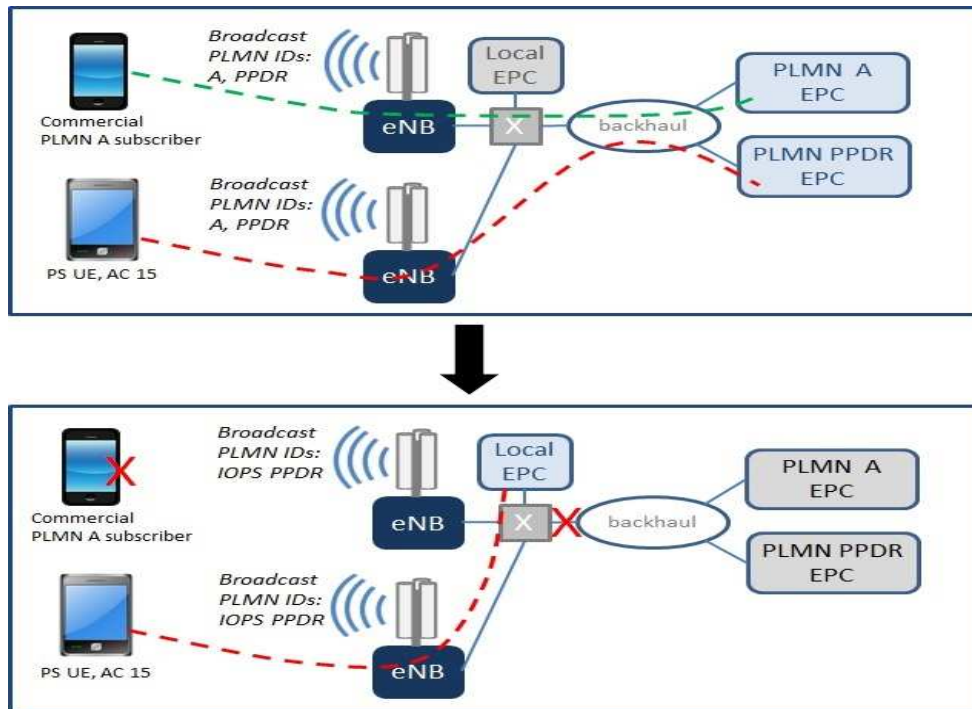
- Kluczowe elementy PS-LTE /cd./
 - **SC-PTM** (*single cell, point-to-multipoint transmission*) – **obsługa połączeń multicastowych** w ramach komórki w wykorzystaniem kanału PDSCH (Physical Downlink Shared Channel)
 - **MCPTT** (mission-critical push-to-talk) – obsługa **komunikacji w trybie one-to-one i one-to-many**.
Użytkownik wybiera użytkownika lub grupę z listy i łączy się z nimi po wciśnięciu „przycisku”. Połączenie jest zestawiane w czasie rzeczywistym i jest realizowane jako pół-duplex (jeden użytkownik słucha, drugi mówi) /3GPP TS.22.179/

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- Kluczowe elementy PS-LTE /cd./
 - **Isolated RAN** (IOPS – *Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety*) – funkcjonalność umożliwiająca **pracę stacji bazowej LTE w sytuacji, gdy komunikacja z pozostałą infrastrukturą sieciową została utracona**. Tryb ten opracowano w szczególności dla zapewnienia wsparcia dla usług o znaczeniu krytycznym dla bezpieczeństwa.

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- Kluczowe elementy PS-LTE /cd./
 - **Isolated RAN**



Komunikacja „klasyczna” – z wykorzystaniem sieci szkieletowej

W sytuacji braku łączności z siecią szkieletową – połączenie z wykorzystaniem Isolated RAN

Źródło: <http://lteps.blogspot.com/2016/04/isolated-e-utran-operation-for-public.html>

Trunking w sieciach LTE (3GPP)

- Pomimo, iż przedstawione rozwiązania zostały wprowadzone bardzo niedawno, już teraz niektórzy producenci oferują urządzenia do obsługi PS-LTE
 - Samsung:



Dziękuję za uwagę!