

# TETRA и по неа

Имплементација на LTE и 5G широкопојасни  
технологии во доменот на критичните комуникации



# TErrestrial Trunking RAdio



- Дигитална технологија која овозможува робусни , заштитени приватни комуникациски услуги за јавната безбедност.
- Концепт развиен во '90, а имплементиран во согласно Шенгенскиот договор како интероперабилна дигитална комуникациска рамка за Европскиот Сектор за Јавна Безбедност
- Клеточна комуникациска технологија базирана врз следните принципи:
  - Интероперабилност и можност за роадинг помеѓу безбедносните структури на ЕУ
  - UHF фреквентно подрачје со робусна дигитална модулација за зголемена покриеност
  - Криптозаштита на RF патеката
- Најчести корисници се:
  - Безбедносен сектор
  - Професионален сектор



# TErrestrial Trunking RAdio



Успехот на TETRA се должи на:





# TErrestrial Trunking RAdio

- Развојот на TETRA стандардот завршува со TETRA Release 2
- TETRA Release 2
  - Зголемен домет во TMO
  - Имплементација на робусни кодеци за говор
    - MELPe и AMR
  - TETRA Enhanced Data Services (TEDS)
    - 25KHz канал максимална downlink брзина 66 kbps
- Виртуализација
- Имплементација на нови енкрипциски алгоритми
  - Подолги клучеви за долготрајна митигација на закани.



# Широкопојасни критични комуникации - Зошто

- LMR/TETRA има лимитирана можност за создавање на вистинска оперативна слика
  - Надградени групни комуникации и PUSH-TO-VIDEO
  - Мониторинг на разни видови на сензори
    - Дронови и видео во реално време
    - Надградено лоцирање (3D и Indoor)
- Намалување на оперативните трошоци

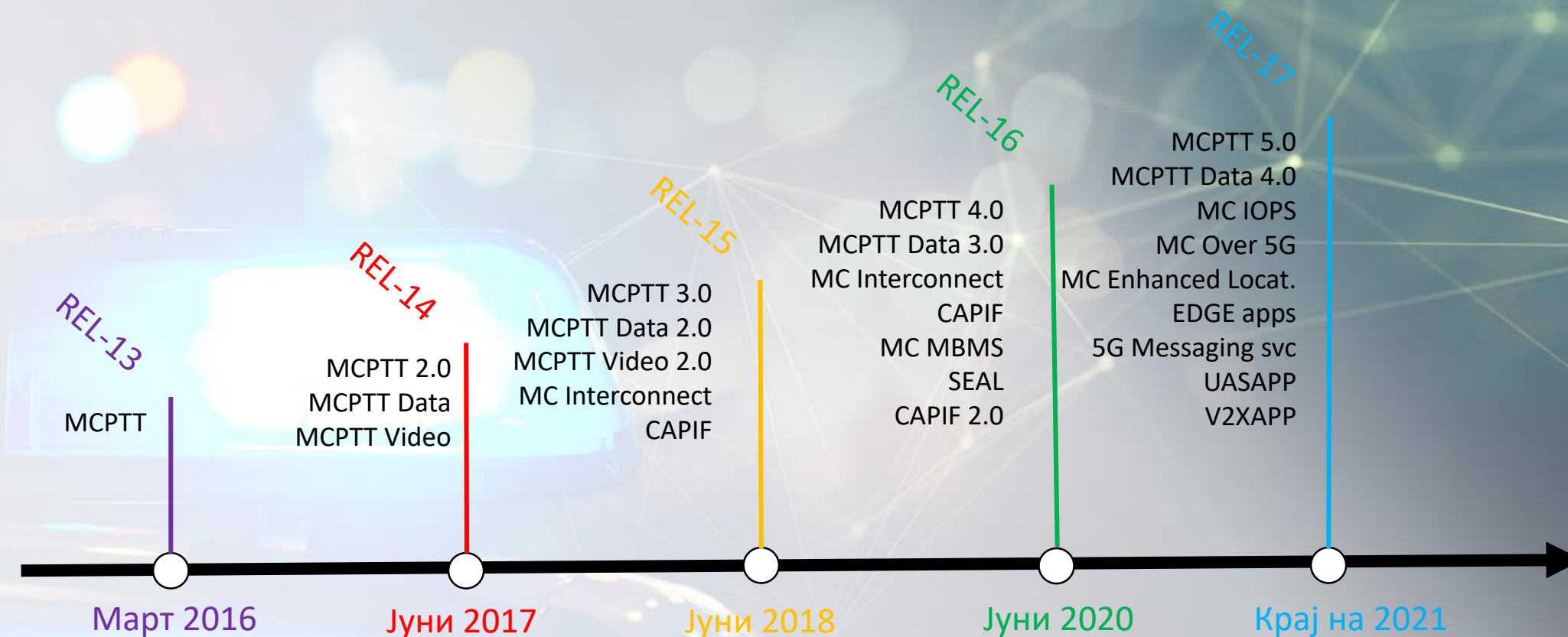
# Од LMR кон LTE/5G

- Еволуција од TETRA кон **доверливи** широкопојасни услуги
- Процесот на стандардизација го води 3G Partnership Project



# Од LMR кон LTE/5G

- Временска рамка на процесот на стандардизација



# Од LMR кон LTE/5G - пристап

- Over-The-Top апликации
  - Најбрз начин на имплементација на широкопојасни сервиси
  - Без завземање никаков RF спектар
  - Никакви трошоци за одржување инфраструктура
  - Никаква контрола врз базата на корисници, QoS, безбедносните аспекти на мрежата односно RF покривањето.
- Secured Mobile Virtual Network Operator
  - Контрола врз базата на корисници.
  - Интеграција на безбедносните елементи со јадрената мрежа на мобилниот оператор.
  - Контрола врз QoS со користење на специјални SIM картички преку кои се овозможува приоритет во пристапот кон ресурсите на мобилната мрежа.
- Хибридна мрежа
  - S-MVNO + дополнително користење на RF спектрум и сопствена RAN инфраструктура.
    - Сопствени сегменти на RAN мрежата во критични области (Critical Hot-Spots).
- Сопствена инфраструктура
  - Најбезбеден но најскап концепт



# Од LMR кон LTE/5G - Регулаторни предизвици

**Имплементацијата на јавни безбедносни широкопојасни мрежи врз постоечката инфраструктура на Мобилните оператори може да иницира потреба за промена на регулативата**

- Усогласување на на безбедносните потреби со бизнис моделот на мобилните оператори
- Давање на неопходни фреквентни ресурси на безбедносниот сектор во случај на имплементација на хибридни решенија
- Net Neutrality
  - Концептот на рамноправност при пристапот кон мрежните ресурси се нарушува при имплементација на механизмите за приоритетизација на безбедносно ориентираниот сообраќај.
- Национален Роаминг
  - Користењето на национален роаминг е во прилог на националните јавни безбедносни мрежи бидејќи ја зголемува резилентноста на самата мрежа како и го зголемува радио покривањето на РАН.
  - Сепак националниот роаминг може да и наштети на конкурентноста на дадени мрежни оператори и од таа причина во голем број на земји оваа услуга е лимитирана

# Од LMR кон LTE/5G - Технички предизвици

## Подготвени ли се мобилните оператори да одговорат на предизвикот

- Техничка способност за имплементација на безбедносен MVNO во рамките на нивната мрежа
  - Имплементација на 3GPP PTT Interworking стандардот
  - Имплементација на приоретизација и QoS
  - E2E
- Дополнителни инвестиции во RAN Мрежата
  - Зголемување на радио покривањето
  - Очврснување на базните станици
  - Зголемување на количеството редундантни линкови
  - Можност за реализација на локални повици доколку линковската врска на базната станица е падната (Isolated Operation for Public Safety – IOPS)

# Од LMR кон LTE/5G - Приоритетизација на пакети

- TETRA препознава приоритети за повик (говор)
  - 16 нивоа на приоритети на повиците
  - Preemptive Priority Call
  - Call retention
  - Busy queuing
- 3GPP има стандардизирано 3 механизми за приоритетизација на пакети
  - Access Class Bearing (класата е меморирана во USIM)
    - 0-9 Обични корисници на мобилните оператори
    - 10-15 Безбедносни класи
  - Allocation & Retention Priority
    - Спречува загушување на ниво на EPS носител E2E
    - Нивои од 1 до 15 (1 највисоко ниво)
    - Валидно за GPR и Non-GPR носители



# Од LMR кон LTE/5G - Приоритетизација на пакети

- Traffic Scheduling
  - EPS QoS class Identifier (QCI)
    - 3GPP Release 8
      - QCI 1-4 GBR
      - QCI 5-9 non-GBR
    - 3GPP Release12
      - QCI 65 McPTT
      - QCI 66 non-McPTT
      - QCI 69 non-GBR Mission Critical signaling
      - QCI 70 non-GBR Mission Critical data
    - 3GPP Release 15
      - QCI 70 Mission Critical Video
- Динамична модификација на QoS
  - Динамична промена на QoS параметрите по пат на “Диспечерска апликација” која преку Policy and Charging Rules функцијата потреба може да ги смени QoS правилата за даден EPS ностител.






# 5G Промена на парадигмата

- 2G е развиена со говор во фокусот
- 3G е еволуција во правец на имплементација на податоци
- 4G е развиена со пренос на податоци во фокусот
- 5G треба да ги фузира сите сервиси во една пакетски ориентирана целина
  - Технологијата е доволно флексибилна да овозможи коегзистенција на податочни сервиси и критичен говор



# Миграција кон

	Применета технологија	Можности
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eNodeB Mobile Edge Computing</li> <li>- Делумно виртуализиран ePC</li> <li>- SDN транспортна мрежа</li> <li>- Virtual Network Functions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Надгледување (видео, дрони, телесни камери)</li> <li>- Телеметрија/биометрија</li> <li>- Далечинска дијагностика</li> <li>- Автономно управување со возила</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- New Radio Generation Node B</li> <li>- Enhanced Massive Broadband</li> <li>- 5G Control &amp; User Plane over LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4K видео</li> <li>- HD мапирање</li> <li>- Напредни медицински алатки (слика со висока резолуција)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultra Reliable Low Latency</li> <li>- Enhanced Massive Broadband</li> <li>- EDGE Cloud</li> <li>- Software Defined Networking (self healing functions)</li> <li>- <b>Network Slicing</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolated Operation for Public Safety</li> <li>- Ултра брза координација (јато дрони, автономни возила)</li> <li>- Хаптични технологии (далечинско оперирање)</li> <li>- Напредна надградена реалност (AR, VR) во реално време</li> <li>- Масивно количество на поврзани уреди</li> </ul>

# Дополнителни **5G** придобивки

Релевантни во доменот на јавната безбедност

- Зголемена резилентност на радио мрежата
  - Напреден MIMO и Beamforming
  - Integrated Access & Backhaul (IAB)
- Уред-кон-Уред (D2D) конективност
  - Зголемениот интерес за технологии за конективност на возила може да најде интерес во критичните комуникации
- Зголемена точност на сервисите за лоцирање
  - Внатрешно геолоцирање со висока точност
  - Унапредување на постоечкиот концепт на Position Reference Signaling
- Зголемена безбедност
  - Имплементација на Subscription Concealed Identifier (SUCI) за OTA интерфејсот

# Заклучок

- TETRA е тука за да остане
  - Направена за безбедносните структури
  - До 2030/35 останува носител на критичниот говор
  - Исклучителна спектрална ефикасност и заштита
- Унапредување на критичните оперативните процедури бара зголемен проток на податоци
- LTE и работата на 3GPP во правец на стандардизација претставува добра основа за имплементација на критични апликации
- Временскиот период во кој TETRA ќе може да се експлоатира е доволен за да се надминат правните и техничките предизивци.

