

# ETSI TR 102 733 V1.1.1 (2010-03)

*Technická správa*

## **Rekonfigurovateľné rádiové systémy (RRS); Systémové aspekty integrovaného záchranného systému**

Reconfigurable Radio Systems (RRS);  
System Aspects for Public Safety



*Európsky inštitút pre telekomunikačné normy*  
*European Telecommunications Standards Institute*

**Dôležité upozornenie pre používateľov tejto slovenskej verzie**

ETSI je vlastníkom autorských práv tohto dokumentu ETSI.

V prípade nezrovnalosti medzi anglickou a slovenskou verziou platí anglická verzia tohto dokumentu ETSI.  
ETSI neskontroloval preklad a nepreberá žiadnu zodpovednosť za presnosť prekladu tohto dokumentu ETSI.

Anglická verzia tohto dokumentu ETSI sa môže stiahnuť zo stránky:

<http://www.etsi.org/standards-search>

---

**Referenčné číslo**

---

DTR/RRS-04005

---

**Kľúčové slová**

---

radio, system

*ETSI*  
650 Route des Lucioles  
F-06921 Sophia Antipolis Cedex – France

---

Tel.: +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C  
Neziskové združenie registrované  
na podprefektúre de Grasse (06) N° 7803/88

---

**Dôležité upozornenie**

---

Jednotlivé kópie tohto dokumentu možno stiahnuť z

<http://www.etsi.org>

Tento dokument môže byť dostupný vo viacerých elektronických verziách alebo v tlačenej forme. V prípade existujúceho alebo viditeľného rozdielu v obsahu medzi takýmito verziami je referenčnou verziou verzia v prenosnom dokumentovom formáte (Portable Document Format – PDF).

V prípade sporu je referenčným výtlačok vytlačený na tlačiarni ETSI z verzie PDF uchováanej na určenom sieťovom serveri sekretariátu ETSI.

Používatelia tohto dokumentu by mali brať do úvahy, že dokument môže byť revidovaný alebo sa môže zmeniť jeho postavenie. Informácie o postavení tohto dokumentu a ďalších dokumentov ETSI sú dostupné na <http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

Ak nájdete v tomto dokumente chyby, svoje pripomienky zašlite na

[http://portal.etsi.org/chaicor/ETSI\\_support.asp](http://portal.etsi.org/chaicor/ETSI_support.asp)

---

**Oznam o autorských právach**

---

Nijaká časť sa nesmie reprodukovať bez písomného povolenia.  
Autorské práva a z toho vyplývajúce obmedzenia sa vzťahujú na reprodukovanie všetkými druhmi médií.

© Európsky inštitút pre telekomunikačné normy 2010.  
Všetky práva vyhradené.

**DECT™**, **PLUGTESTS™**, **UMTS™**, **TIPHON™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov.  
**3GPP™** a **LTE™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov a partnerských organizácií 3GPP.  
**GSM®** a logo GSM sú registrované obchodné značky vo vlastníctve asociácie GSM.

## Obsah

Práva duševného vlastníctva .....	5
Predhovor .....	5
Úvod .....	5
1 Predmet .....	6
2 Referenčné dokumenty .....	7
2.1 Normatívne referenčné dokumenty .....	7
2.2 Informatívne referenčné dokumenty .....	7
3 Definície a skratky .....	11
3.1 Definície .....	11
3.2 Skratky .....	13
4 Dôležitý vklad od iných organizácií .....	17
4.1 Organizácie .....	17
4.1.1 Medzinárodné združenie predstaviteľov komunikácií pre záchranné systémy APCO .....	17
4.1.2 Európska komisia DG INFSO .....	17
4.1.3 ECC 18 .....	17
4.1.4 ETSI EMTEL .....	18
4.1.5 ETSI TETRA .....	18
4.1.6 Inteligentné dopravné systémy .....	19
4.1.7 NATO .....	19
4.1.8 Európa – komunikácie v záchranných systémoch PSCE NARTUS .....	20
4.1.9 Projekt MESA .....	20
4.1.10 SAFECOM .....	20
4.1.11 Fórum pre rádio definované softvérom .....	21
4.2 Projekty .....	22
4.2.1 Projekt CHORIST .....	22
4.2.2 E2R 22 .....	22
4.2.3 ESSOR .....	22
4.2.4 EULER .....	23
4.2.5 WIDENS .....	23
4.2.6 WINTSEC .....	23
4.2.7 WISECOM .....	23
5 Súčasný komunikačný systém v záchranných systémoch .....	25
5.1 Analógové PMR .....	25
5.2 APCO 25 .....	25
5.3 Komerčné bunkové siete GSM/GPRS/UMTS/3G .....	26
5.4 TETRA .....	26
5.5 TETRAPOL .....	27
5.6 Družicové siete .....	27
5.7 WiFi/WiMAX .....	27
5.8 Námorné komunikácie .....	27
5.9 Komunikácie v leteckej elektronike .....	27
5.10 Tabuľka mapovania .....	28
6 Celkový návrh systému .....	29
6.1 Úvod .....	29
6.2 Vklad z iných pracovných skupín TC RRS .....	31
6.3 Funkčná architektúra a rozhrania .....	31
6.4 Frekvenčný manažment .....	37
6.4.1 Súčasný stav politiky frekvenčného spektra pre záchranné systémy .....	37
6.4.2 Dynamické frekvenčné manažovanie .....	39
6.4.3 Architektúry pre dynamické frekvenčné manažovanie .....	44
6.4.4 Modelovanie a simulácia kognitívnych bezdrôtových sietí v integrovanom záchrannom systéme .....	54
6.5 Záchranné systémy .....	55
6.6 Interoperabilita .....	60
6.7 Rámec stratégie .....	64

7	Architektúra koncových zariadení .....	66
7.1	Úvod .....	66
7.2	Architektúra ETSI TC RRS SDR pre mobilné zariadenia .....	66
7.3	Architektúra softvéru .....	66
7.3.1	Architektúra komunikačného softvéru .....	69
7.3.2	Európska architektúra softvérového rádia ESRA .....	71
7.4	Záver .....	72
8	Skúmanie aplikácie/integrovanie/vývoja/sťahovania zo súčasných infraštruktúr a zariadení .....	73
8.1	Zvažovanie nákladov, životný cyklus/konečná cena/prenositeľnosť softvéru/aplikácia .....	73
8.1.1	Úvod .....	73
8.1.2	Cena koncových zariadení .....	74
8.1.3	Aplikácia .....	74
8.1.4	Prenositeľnosť softvéru a súvisiaci obchodný model .....	74
8.1.5	Životný cyklus .....	77
8.2	Vplyv na organizačné štruktúry a postupy .....	77
8.3	Úvahy o hodnotení a skúšaní .....	78
8.3.1	Certifikácia .....	78
8.3.2	Meranie a testovanie rádiových rušení .....	78
	História .....	79

---

## Práva duševného vlastníctva

Práva duševného vlastníctva (IPR), ktoré majú alebo môžu mať zásadný význam pre tento dokument, mohli byť oznámené organizácii ETSI. Informácie o týchto zásadných právach duševného vlastníctva IPR, ak existujú, sú pre členov i nečlenov ETSI verejne dostupné a možno ich nájsť v dokumente SR 000 314 s názvom „Práva duševného vlastníctva (IPR); zásadné alebo potenciálne zásadné práva duševného vlastníctva, oznámené organizácii ETSI vo vzťahu k normám ETSI“, ktorý možno získať na sekretariáte ETSI. Najnovšie znenie je dostupné na serveri ETSI (<http://webapp.etsi.org/IPR/home.asp>).

V súlade so svojou politikou v oblasti práv duševného vlastníctva ETSI nezisťuje ani neskúma práva duševného vlastníctva. Neposkytuje ani záruku týkajúcu sa existencie iných IPR, ktoré sa neuvádzajú v dokumente SR 000 314 (alebo v jeho aktualizovaných vydaniach na serveri ETSI), ktoré majú, môžu mať alebo môžu nadobudnúť zásadný význam pre predkladaný dokument.

---

## Predhovor

Túto technickú správu (TR) vytvorila technická komisia ETSI pre rekonfigurovateľné rádiové systémy (RRS).

---

## Úvod

Tento dokument poskytuje analýzu realizovateľnosti systémových aspektov pre aplikácie rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti integrovaného záchranného systému.

Hoci má oblasť integrovaného záchranného systému v porovnaní so spotrebiteľskou oblasťou špecifické súbory požiadaviek a úloh, rekonfigurovateľné rádiové systémy môžu organizáciám pre ochranu obyvateľstva zabezpečiť zlepšené prevádzkové spôsobilosti.

Cieľom tohto dokumentu je poskytnúť prehľad hlavných oblastí systémových návrhov na skúmanie, aby sa predstavili potenciálne riešenia návrhov a súvisiace vzťahy.

Ako štúdia realizovateľnosti poskytuje tento dokument základňu pre rozhodovanie na úrovni Rady ETSI o normalizácii niektorých tém alebo všetkých tém systémových aspektov v oblasti integrovaného záchranného systému.

---

## 1 Predmet

Tento dokument stanovuje zásady pre aplikovanie technológií rekonfigurovateľného rádia v integrovanom záchrannom systéme a to, ako môžu tieto systémy riešiť alebo uľahčiť niektoré úlohy, pred ktorými dnes komunikácie v oblasti záchranných systémov stoja:

- organizácie pre ochranu obyvateľstva používajú mnoho oddelených a často nekompatibilných systémov s celkom odlišnými spôsobilosťami;
- nové aplikácie v integrovanom záchrannom systéme alebo rozvoj existujúcich aplikácií vyžaduje zvýšenú potrebu širokopásmovej konektivity;
- organizácie pre ochranu obyvateľstva zvyčajne operujú v neistých alebo meniacich sa scenároch.

V tomto kontexte stanovuje tento dokument všeobecné princípy na aplikovanie dynamického frekvenčného manažovania a kognitívnych rádiových systémov v oblasti záchranných systémov. Dokument sa zameria aj na otázky zabezpečenia.

Dokument predstaví aj dôležité minulé a súčasné aktivity v tomto kontexte z iných projektov a od iných normalizačných orgánov.

## 2 Referenčné dokumenty

Odkazy sú špecifické (identifikované pomocou dátumu vydania, čísla edície, čísla verzie atď.) alebo nešpecifické.

- Pre špecifický odkaz neplatia nasledujúce revízie.
- Nešpecifický odkaz sa môže urobiť len na kompletný dokument alebo jeho časť a iba v týchto prípadoch:
  - ak sa akceptuje, že bude možné použiť všetky budúce zmeny zmieňovaného dokumentu na účely odkazujúceho dokumentu;
  - na informatívne odkazy.

Referenčné dokumenty, ktoré sa nenachádzajú ako verejne dostupné na obvyklých miestach, by mohli byť k dispozícii na <http://docbox.etsi.org/Reference>.

POZNÁMKA. – Aj keď boli všetky hyperlinky zahrnuté do tohto článku v čase uverejnenia platné, ich dlhodobú platnosť ETSI nemôže zaručiť.

### 2.1 Normatívne referenčné dokumenty

Nasledujúce referenčné dokumenty sú pre aplikovanie tohto dokumentu nevyhnutné. Pri datovaných odkazoch platí len uvedená edícia. Pri nešpecifických odkazoch platí posledná edícia referenčného dokumentu (vrátane všetkých zmien a doplnkov).

Neaplikuje sa.

### 2.2 Informatívne referenčné dokumenty

Nasledujúce referenčné dokumenty nie sú pre použitie tohto dokumentu nevyhnutné, ale pomôžu používateľovi v niektorých špecifických tematických oblastiach. Pre nešpecifické odkazy platí posledná verzia referenčného dokumentu (vrátane všetkých zmien a doplnkov).

- [i.1] SDR Forum – Software Defined Radio technology for Public Safety, Working Document SDRF-06-W-0001-1.0
- [i.2] Framework for sharing common waveforms, NATO C3 Board software Defined Radio Users group (SDRUG), working paper AC/322-WP92008
- [i.3] Business Models for Wireless Interoperability using Software Defined Radio, NATO industrial advisory group; DRAFT
- [i.4] Software defined radio to enable NNEC technical challenges and opportunities for NATO by Michael Street and Darek Maksimiuk, NATO C3 Agency
- [i.5] An Evolution of SDR, Ofcom Study; QinetiQ/D&TS/COM/PUB0603670/ Editor Taj Sturman
- [i.6] European Secure Software Radio Programme (ESSOR) Jerzy Lopatka, NATO RTO conference on Tactical communications, Prague, April 2008. IST-083. Page 4-4
- [i.7] On Workload in an SCA-Based System, with Varying Component and Data Packet Sizes Ulversøy, T.; Olavsson Neset, J, NATO RTO conference on Tactical communications, Prague, April 2008. IST-083

- [i.8] Spectrum Management for the 21st century; The president's spectrum policy initiative second annual progress report. U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. October 2007
- [i.9] J. Zhao, H. Zheng, G.H. Yang, Distributed coordination in dynamic spectrum allocation networks, in: First IEEE International Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, pp. 259-268, November 8-11, 2005
- [i.10] Lili Cao and Haitao Zheng, Distributed spectrum allocation via local bargaining, in Proc. of Second Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, (SecoN), Sept. 2005, pp. 475-486
- [i.11] H. Zheng, L. Cao, Device-centric spectrum management, in Proc. of IEEE DySPAN 2005, Nov. 2005, pp. 56-65
- [i.12] J. So and N. H. Vaidya, Multi-channel MAC for ad hoc networks: Handling multi-channel hidden terminals using a single transceiver, in Proc. of ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing, (MobiHoc), May 2004, pp. 222-233
- [i.13] ETSI TR 102 653: Project MESA; Technical Specification Group - System; System and Network Architecture
- [i.14] European Radio Office (ERO)  
POZNÁMKA. – Dostupný na [www.ero.dk](http://www.ero.dk). Posledný prístup 26/06/2009.
- [i.15] ECC REPORT 102: Public protection and disaster relief spectrum requirements, Helsinki, January 2007
- [i.16] Press Release: European Commission paves the way for European mobile satellite services  
POZNÁMKA. – Dostupný na <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/770&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>; Posledný prístup 31/07/2009.
- [i.17] APCO 25.  
POZNÁMKA. – Dostupný na <http://www.project25.org/>. Posledný prístup 26/05/2009.
- [i.18] US Department of Homeland Security; Multi-band Radio Project  
POZNÁMKA. – Dostupný na <http://www.safecomprogram.gov/SAFEKOM/currentprojects/mbr>. Last accessed 31/07/2009.
- [i.19] The Joint Tactical Radio System (JTRS) and the Army's Future Combat System (FCS): Issues for Congress; CRS Report for Congress. November 17, 2005
- [i.20] TETRA versus GSM for Public Safety  
POZNÁMKA. – Dostupný v správach sekcie na <http://www.tetramou.com/uploadedFiles/Files/Documents/TETRAorGSMInPS.zip>.
- [i.21] ETSI TR 122 950: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Priority service feasibility study (3GPP TR 22.950)
- [i.22] TETRA serving Public Safety in Europe  
POZNÁMKA. – Dostupný v správach sekcie na [www.tetramou.com](http://www.tetramou.com).
- [i.23] Best practices regarding the use of spectrum by some public sectors; EC DG INFSO/B4/RSPG. 11 February 2009  
POZNÁMKA. – Dostupný na <http://rspg.groups.eu.int/>.



- [i.24] ETSI TR 102 683: Reconfigurable Radio Systems (RRS); Cognitive Pilot Channel (CPC)
- [i.25] ETSI TR 102 682: Reconfigurable Radio Systems (RRS); Functional Architecture (FA) for the Management and Control of Reconfigurable Radio Systems
- [i.26] ETSI TR 102 476: Emergency Communications (EMTEL); Emergency calls and VoIP: possible short and long term solutions and standardization activities
- [i.27] ETSI TR 102 445: Emergency Communications (EMTEL); Overview of Emergency Communications Network Resilience and Preparedness
- [i.28] ETSI TR 170 012 (V3.1.1): Project MESA; Technical Specification Group – System; System Overview
- [i.29] ETSI TR 102 745: Reconfigurable Radio Systems (RRS); User Requirements for Public Safety
- [i.30] ETSI TR 122 952: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Priority service guide (3GPP TR 22.952)
- [i.31] ETSI TR 122 953: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Multimedia priority service feasibility study (3GPP TR 22.953)
- [i.32] ETSI TS 122 153: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Multimedia priority service (3GPP TS 22.153)
- [i.33] ETSI TR 102 839: Reconfigurable Radio Systems (RRS); Multiradio Interface for Software Defined Radio (SDR) Mobile Device Architecture and Services
- [i.34] ETSI TS 170 001: Project MESA; Service Specification Group – Services and Applications; Statement of Requirements (SoR)
- [i.35] ETSI TS 170 016: Project MESA; Technical Specification Group – System; Functional Requirements Definition
- [i.36] D2.1: Report on ICT Research and Technology Development status for public safety
- [i.37] ETSI TR 170 002: Project MESA; Service Specification Group – Services and Applications; Definitions, symbols and abbreviations".
- [i.38] ETSI TR 170 003: Project MESA; Service Specification Group – Services and Applications; Basic requirements
- [i.39] SAFECOM: Public Safety Radio Frequency Spectrum: A Comparison of Multiple Access Techniques
- [i.40] SAFECOM: Public Safety Architecture Framework Volume I and II and Trial Report
- [i.41] CHORIST: Reports on improvements to existing legacy PMR and broadband systems
- [i.42] CHORIST: Report on Wideband network definition and design
- [i.43] CHORIST: Report on Broadband network definition and design

- [i.44] IEEE 802.16e: IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands

### 3 Definície a skratky

#### 3.1 Definície

V tomto dokumente sa používajú tieto výrazy a definície:

**kognitívne rádio (CR)** [angl. **cognitive radio (CR)**]: rádio, ktoré má tieto spôsobilosti:

- získavať poznanie o rádiovom prevádzkovom prostredí a zavedených koncepciách a monitorovať používané vysielacie schémy a potreby používateľov;
- dynamicky a autonómne nastavovať svoje prevádzkové charakteristiky a protokoly podľa tohoto poznania;
- s cieľom dosiahnuť preddefinované zámery, napríklad efektívnejšie využitie spektra;
- a poučiť sa z výsledkov svojho pôsobenia a ďalej zlepšovať svoju výkonnosť;

**kognitívny rádiový systém (CRS)** [angl. **cognitive radio system (CRS)**]: rádiový systém, ktorý má tieto spôsobilosti:

- získavať poznanie o rádiovom prevádzkovom prostredí a zavedených koncepciách a monitorovať používané vysielacie schémy a potreby používateľov;
- dynamicky a autonómne nastavovať svoje prevádzkové charakteristiky a protokoly podľa tohoto poznania s cieľom dosiahnuť preddefinované zámery, napríklad efektívnejšie využitie spektra;
- a poučiť sa z výsledkov svojho pôsobenia a ďalej zlepšovať svoju výkonnosť.

POZNÁMKA 1. – Rádiové prevádzkové prostredie zahŕňa rádiové a geografické prostredia, ako aj vnútorné stavy kognitívneho rádiového systému.

POZNÁMKA 2. – Získať poznanie zahŕňa napríklad snímanie frekvenčného spektra, využitie poznanej databázy, spoluprácu používateľov alebo vysielanie a prijímanie riadiacich informácií.

POZNÁMKA 3. – Kognitívny rádiový systém sa skladá zo súboru entít schopných navzájom medzi sebou komunikovať (napríklad sieť a koncové entity a riadiace entity).

POZNÁMKA 4. – Rádiový systém je typicky navrhnutý na využívanie určitého rádiového frekvenčného pásma (frekvenčných pásiem) a zahŕňa dohodnuté schémy pre viacnásobný prístup, modulácie, kanálové a dátové kódovania, ako aj riadiace protokoly pre všetky rádiové vrstvy potrebné na udržanie dátových spojení medzi susednými rádiovými zariadeniami.

**sieťový uzol nerekonfigurovateľných rádiových systémov** (angl. **non-RRS network node**): bezdrôtové koncové komunikačné zariadenie alebo základňová stanica, ktoré nemajú spôsobilosti kognitívneho rádia, alebo nie sú založené na koncepciách rádia definovaného softvérom

POZNÁMKA. – Sieťové uzly nerekonfigurovateľných rádiových systémov sú napríklad konvenčné systémy bezdrôtových komunikácií založené na dokumente TETRA Release 1 [1.22].

**organizácia pre ochranu obyvateľstva** (angl. **public safety organization**): organizácia, ktorá je zodpovedná za prevenciu a ochranu pred udalosťami, ktoré by svojimi účinkami mohli ohroziť bezpečnosť obyvateľstva

POZNÁMKA. – Tieto mimoriadne udalosti môžu byť prírodného charakteru (živelné pohromy) alebo spôsobené činnosťou človeka (havárie, nepokoje, atď.). Príklad: organizácia civilnej ochrany, organizácia záchranných služieb: hasiči, horská záchranná služba, banská záchranná služba, záchranná zdravotná služba, organizácia ochrany verejného poriadku: polícia, mestská polícia, zbor justičnej a väzenskej stráže, ale aj ďalšie orgány a organizácie.

**rádiová technológia** (angl. **radio technology**): technológia na bezdrôtové vysielanie alebo príjem elektromagnetického žiarenia na prenos informácií

**uzol siete rekonfigurovateľných rádiových systémov** (angl. **RRS network node**): bezdrôtové koncové komunikačné zariadenie alebo základňová stanica, ktoré majú spôsobilosti kognitívneho rádia alebo sú založené na koncepciách rádia definovaného softvérom

### 3.2 Skratky

V tomto dokumente sa používajú tieto skratky:

AP	Access point	prístupový bod
APCO	Association of Public-Safety Communications Officials International	Medzinárodné združenie predstaviteľov komunikácií pre záchranné systémy
API	Application program interface	aplikačné programovacie rozhranie
BER	Bit error rate	bitová chybovosť
CALM	Communications, air-interface, long and medium range	komunikácie, rádiové rozhranie, dlhý a stredný rozsah
CCM	Cognitive control manager	manažér kognitívneho riadenia
	Code division multiple access	viacnásobný prístup s kódovým delením
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	Európska konferencia poštových a telekomunikačných administratív
CPC	Pilot channel	pilotný kanál
CQPSK	Compatible differential offset quadrature phase shift keying	kompatibilné diferenciálne ofsetové kvadratúrne kľúčovanie fázovým posunom
CR	Cognitive radio	kognitívne rádio
CRS	Cognitive radio system	kognitívny rádiový systém
CS	Circuit switched	prepájanie okruhov
DMO	Direct mode of operation	prevádzka v priamom móde
DoS	Denial of service	odmietnutie služby
DSM	Dynamic spectrum management	dynamické frekvenčné manažovanie
DSP	Digital signal processor	digitálny signálový procesor
E2R	End-to-end reconfigurability	rekonfigurovateľnosť medzi koncovými bodmi
EAN	Extended area network	rozšírená komunikačná sieť
ECC	Electronic communications committee	Výbor pre elektronické komunikácie
EDA	European defence agency	Európska obranná agentúra

ESRA	European software radio architecture	Európska architektúra softvérového rádia
ESRAB	European security research advisory board	Európsky poradný výbor pre výskum bezpečnosti
ESRIF	European security research and innovation forum	Európske fórum pre výskum bezpečnosti a inovácie
EVM	Error vector magnitude	veľkosť chybového vektora
FDMA	Frequency division multiple access	viacnásobný prístup s frekvenčným delením
FM	Frequency management	frekvenčný manažment
FPGA	Field programmable gate array	hradlové pole programovateľné používateľom
GPP	General purpose processor	procesor na všeobecné použitie
GSM	Global system for mobile communications	globálny systém mobilných komunikácií
HF	High frequency	vysoká frekvencia; vysokofrekvenčný
HSD	High speed data	vysokorýchlostné dáta
HSDPA	High speed downlink packet access	zostupný vysokorýchlostný paketový prístup
HSPA	High speed packet access	vysokorýchlostný paketový prístup
HSUPA	High speed uplink packet access	vzostupný vysokorýchlostný paketový prístup
HW	Hardware	hardvér
IAN	Incident area network	komunikačná sieť v oblasti mimoriadnej udalosti
ICT	Information and communication technologies	informačné a komunikačné technológie
IDIS	Intra-device interface standard	norma na vnútorné rozhranie zariadenia
IDL	Interface definition language	rozhranie definičného jazyka
ITS	Intelligent transportation system	inteligentný dopravný systém
JAN	Jurisdiction area network	komunikačná sieť v súdnictve
LS	Liaison statement	vyhlásenie o spolupráci
MF	Medium frequency	stredná frekvencia
MSP	Multilevel security path	cesta s viacerými bezpečnostnými úrovňami
MSS	Mobile satellite services	mobilné družicové služby
MTSS	Mobile terminal semi-stationary	polostacionárne pohyblivé koncové zariadenie

NATO	North Atlantic Treaty Organization	Severoatlantická aliancia
NIAG	NATO Industrial advisory group	Poradná skupina NATO pre priemysel
NNEC	NATO Network enabled capability	spôsobilosť umožnená sieťou NATO
OMG	Object management group	skupina objektového manažérstva
PAMR	Public access mobile radio	verejne prístupné mobilné rádio
PER	Packet error rate	paketová chybovosť
PMR	Professional mobile radio	profesionálne mobilné rádio
PPDR	Public protection and disaster relief	verejná ochrana a pomoc pri katastrofách
PSCD	Public safety communication device	komunikačné zariadenie pre integrovaný záchranný systém
QoS	Quality of service	kvalita služby
RAT	Radio access technologies	technológie rádiového prístupu
RF	Radio frequency	vysoká frekvencia/vysokofrekvenčný
RFI	Request from information	požiadavka z informácie
RRS	Reconfigurable radio systems	rekonfigurovateľné rádiové systémy
RSPG	Radio spectrum policy group	Skupina pre politiku rádiového spektra
RTOS	Real time operating system	operačný systém pracujúci v reálnom čase
SCA	Software communications architecture	architektúra komunikačného softvéru
SCM	Self cognitive module	vlastný kognitívny modul
SCV	Spectrum conformance validator	validátor zhody spektra
SDA	Software download authentication	overovanie totožnosti sťahovaného softvéru
SDD	Software download distributor	rozdávateľ sťahovaného softvéru
SDR	Software defined radio	rádio definované softvérom
SDRF	Software defined radio forum	Fórum pre rádio definované softvérom
SoR	Statement of requirements	vyhlásenie požiadaviek
SW	Software	softvér
TDMA	Time division multiple access	viacnásobný prístup s časovým delením
TETRA	Terrestrial trunked radio	pozemská hromadná rádiová sieť

TIA	Telecommunications industry association	Asociácia telekomunikačného priemyslu
UAV	Unmanned arial vehicle	bezpilotné lietadlo
UHF	Ultra high frequency	ultravysoká frekvencia
UMTS	Universal mobile telecommunications system	univerzálny mobilný telekomunikačný systém
VHF	Very high frequency	veľmi vysoká frekvencia
WCDMA	Wideband code division multiple access	širokopásmový viacnásobný prístup s kódovým delením
WF	Waveform	tvár signálu/tvár vlny



## 4 Dôležitý vklad od iných organizácií

Tento článok poskytuje zoznam vstupných dokumentov a informačných zdrojov, ktoré sú pre tento dokument dôležité. Zoznam zahŕňa výstupy a inú dokumentáciu vytváranú organizáciami alebo projektmi.

Články 4.1 a 4.2 uvádzajú významnejšie odkazy a dôležité informácie pre tento dokument.

POZNÁMKA. – Ako bolo uvedené, cieľom tohto dokumentu je formulovať aspekty systémového návrhu pre aplikovanie rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti integrovaného záchranného systému. Predmetom nie je definovať nový rádiový systém pre integrovaný záchranný systém. To znamená, že niektoré z vymenovaných odkazov nebudú priamym vkladom do tohto dokumentu, i keď môžu poskytnúť užitočné informácie.

Príklad: Vstupný dokument môže opisovať normy pre komunikácie integrovaného záchranného systému, ktoré by podporovali platformu rekonfigurovateľných rádiových systémov prostredníctvom tvarov signálu.

### 4.1 Organizácie

#### 4.1.1 Medzinárodné združenie predstaviteľov komunikácií pre záchranné systémy APCO

Medzinárodné združenie predstaviteľov komunikácií pre záchranný systém APCO je združenie odborníkov z komunikácií riadené svojimi členmi, ktoré zabezpečuje vedenie, ovplyvňuje rozhodnutia vlády a priemyslu v oblasti komunikácií pre záchranné systémy, podporuje profesionálny rozvoj a stará sa o vývoj a využívanie technológií na prospech verejnosti (z internetovej stránky APCO, <http://www.apcointl.org/>; posledný prístup 4. september 2008).

Organizácia APCO je zodpovedná za definovanie súboru noriem "Projekt 25", ktoré sú využívané najmä federálnymi, štátnymi/provinciálnymi a miestnymi úradmi pre záchranný systém v Severnej Amerike, aby im pri mimoriadnych udalostiach umožnili komunikovať s inými úradmi a reakčnými tímami vzájomnej pomoci. Evolúciou pre širokopásmovú komunikáciu bol Project 34, APCO severoamerický predchodca projektu Project MESA.

Na definovanie požiadaviek sú dôležité tieto vstupné údaje:

- Technické správy vytvorené Výborom pre potreby používateľov P25.

#### 4.1.2 Európska komisia DG INFSO

V komisii EC DG INFSO sú za rádiové spektrum zodpovedné tieto entity:

- Skupina pre politiku rádiového spektra:
  - skupina RSPG zriadená v r. 2002 zhromažďuje vládnych expertov na vysokej úrovni z členských štátov a pomáha Komisii rozvíjať všeobecnú politiku rádiového spektra na úrovni Spoločenstva.
- Výbor pre rádiové spektrum:
  - Výbor RSC vytvorený na základe Rozhodnutia o rádiovom spektre, v súlade s komitologickými pravidlami, je nápomocný Komisii pri prijímaní technických implementačných opatrení pri podpore politik Spoločenstva.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- PSC-Europe/RD/016. Status harmonizácie rádiového spektra pre tiesňové služby v Európskej únii.

### 4.1.3 ECC

Výbor pre elektronické komunikácie ECC je súčasťou CEPT.

Výbor ECC je zodpovedný za (z [i.14]):

- 1) zvažovanie a rozvoj politik v oblasti elektronických komunikácií a aktivít v európskom kontexte, s prihliadnutím k európskej a medzinárodnej legislatíve a predpisom;
- 2) rozvíjanie európskych spoločných postojov a návrhov, ak je to vhodné, na využitie v rámci medzinárodných a regionálnych orgánov;
- 3) pokrokové plánovanie a harmonizovanie efektívneho využívania rádiového spektra, satelitných obežných dráh a číslovacích zdrojov v Európe, aby sa uspokojili požiadavky používateľov a priemyslu;
- 4) prijímanie rozhodnutí o manažérstve práce ECC.

Pre systémové a technologické aspekty, najmä vo vzťahu k využívaniu frekvenčného spektra v oblasti záchranných systémov, sú dôležité nasledujúce dokumenty:

- ECC REPORT 102 [i.15].

### 4.1.4 ETSI EMTEL

Aktivity TC EMTEL budú sledovať široké oblasti:

- z prípravy výstupov ETSI použitých na charakterizovanie požiadaviek pre používateľov, sieťové architektúry, odolnosti sietí, plánovanie nepredvídaných udalostí, prioritné komunikácie, technológie prednostného prístupu (napríklad skrúcané páry, káble/HFC, družice, rádiové frekvencie/pevné a mobilné, nové riešenia) a manažovanie sietí;
- zo štúdií otázok týkajúcich sa národnej bezpečnosti, záchranných systémov a pomoci pri katastrofách PPDR.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- TR 102 476 [i.26];
- TR 102 445 [i.27]. Rozsah pôsobnosti bude zahŕňať aj odolnosť mobilných a/alebo iných foriem tiesňových komunikácií k útvarom tiesňovej reakcie alebo od nich. Úsilie bude zamerané na odolnosť tiesňových komunikácií, dostupnosť primeranej kapacity počas období zlyhania súčastí/zariadení sietí alebo počas období požiadaviek na vysokú kapacitu v dôsledku katastrof, terorizmu alebo podobných udalostí a na urýchlenú obnovu počas veľkých výpadkov služieb.

### 4.1.5 ETSI TETRA

Pozemská hromadná rádiová sieť TETRA je norma na digitálne hromadné mobilné rádio vyvinuté na pokrytie potrieb organizácií tradičných profesionálnych používateľov mobilného rádia PMR, ako sú:

- záchranné systémy;
- doprava;
- verejné služby;

- orgány štátnej správy;
- armáda;
- PAMR;
- obchod & priemysel;
- ropovody a plynovody.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- Vyhlásenie o spolupráci od ETSI TETRA TC do ETSI RRS TC, týkajúce sa kognitívneho rádia pre frekvenčné spektrum digitálnej dividendy. TETRA 31 (08) 22.

#### 4.1.6 Inteligentné dopravné systémy

Inteligentné dopravné systémy ITS sa vzťahujú na súbor informačných a komunikačných technológií používaných na skvalitňovanie dopravnej infraštruktúry a vozidiel s cieľom zlepšovať bezpečnosť, efektívnosť a znižovať opotrebovanie vozidiel a spotrebu paliva.

ITS súvisia s problematikou záchranných systémov, pretože mnoho z navrhovaných systémov ITS môže zahŕňať dohľad na vozovkách. ITS môžu takisto podporovať riešenia kríz pri mimoriadnych udalostiach zlepšovaním úsilia pri masových evakuáciách alebo zvyšovaním operačnej rýchlosti a efektivity prvých respondérov.

ITS môžu využívať technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov na zabezpečovanie mobilných zariadení, ktoré sú pri pohybe medzi relevantnými regulačnými kompetenciami rekonfigurovateľné. Zariadenia ITS by okrem toho mohli minimalizovať interferencie frekvenčného spektra s inými normalizovanými regionálnymi rádiovými útvarmi a na tento účel by sa mohli využívať technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov.

V oblasti telekomunikácií je dôležitým prvkom na zváženie CALM ,komunikácie, rádiové rozhranie, dlhý a stredný rozsah. CALM rozbehla pracovná skupina ISO TC 204/Working Group 16, aby definovala súbor rádiových komunikačných protokolov a rádiových rozhraní pre rozličné komunikačné scenáre pokrývajúce viacnásobné režimy komunikácie a viacnásobné metódy vysielania v inteligentných dopravných systémoch ITS.

Z hľadiska technológií rekonfigurovateľných rádiových systémov sú v oblasti záchranných systémov dôležité dokumenty vytvárané týmito pracovnými skupinami:

- SWG 16.0 Architecture;
- SWG 16.5 Emergency Communications;
- SWG 16.7 Security and Lawful Intercept.

#### 4.1.7 NATO

Organizácia NATO C3 (NC3O) bola vytvorená v r. 1996 na zaistenie hospodárnej, interoperabilnej a zabezpečenej spôsobilosti C3 v celej organizácii NATO, spĺňajúc požiadavky používateľov z NATO využívaním spoločne financovaných, nadnárodných a vnútroštátnych aktív.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

POZNÁMKA. – K niektorým dokumentom sa môže obmedziť prístup a nemôžu sa priamo používať.

- Rámec pre využívanie spoločných tvarov signálov [i.2].
- Štúdia o rádiu definovaného softvérom – Poradná skupina NATO pre priemysel NIAG [i.3].

- Rádio definované softvérom na umožnenie NNEC: technické výzvy a príležitosti pre NATO; Michael Street (pozri [i.4]).

#### **4.1.8 Európa – komunikácie v záchranných systémoch PSCE NARTUS**

Projekt NARTUS je zameraný na zriadenie a podporu fóra na pravidelnú výmenu myšlienok, informácií, skúseností a najlepších postupov, a na hľadanie dohôd medzi participujúcimi účastníkmi.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- D2.1 – Správa o stave rozvoja výskumu a technológií IKT pre záchranné systémy [i.36]. Cieľom tohto dokumentu je poskytnúť zoznam základných technických materiálov dôležitých pre komunikácie v integrovanom záchrannom systéme.

#### **4.1.9 Projekt MESA**

Projekt MESA je medzinárodná partnerská spolupráca vytvárajúca globálne aplikovateľné technické špecifikácie na digitálne mobilné širokopásmové technológie, zameraná pôvodne na sektory integrovaného záchranného systému a reakcie pri katastrofách.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- Skupina pre špecifikácie služieb – Služby a aplikácie – Vyhlásenie požiadaviek SoR (TS 170 001 [i.34]);
- Skupina pre špecifikácie služieb – Služby a aplikácie – Definície, symboly a skratky SoR (TR 170 002 [i.37]);
- Skupina pre špecifikácie služieb – Služby a aplikácie – Základné požiadavky SoR (TR 170 003 [i.38]);
- Skupina pre technické špecifikácie – Prehľad systému (TR 170 012 [i.28]);
- Skupina pre technické špecifikácie – Architektúra systémov a sietí (TR 102 653 [i.13]);
- Skupina pre technické špecifikácie – Definovanie praktických požiadaviek (TS 170 016 [i.35]).

#### **4.1.10 SAFECOM**

SAFECOM je komunikačný program Ministerstva vnútornej bezpečnosti USA. SAFECOM zabezpečuje výskum, vývoj, skúšanie a vyhodnocovanie, odborné vedenie, prostriedky a predlohy v otázkach týkajúcich sa interoperabilných komunikácií pre miestne, kmeňové, štátne a federálne úrady tiesňových reakcií.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- Rádiové frekvenčné spektrum pre integrovaný záchranný systém: Porovnanie techník viacnásobného prístupu [i.39]. Tento dokument sa zaoberá funkčnosťou každej metódy prístupu FDMA, TDMA a CDMA, výhodami a nevýhodami každej technológie a rozličnými formami implementovania pre každú technológiu;
- Rámec architektúry pre integrovaný záchranný systém; Diel I a II a Správa o skúške [i.40].

#### 4.1.11 Fórum pre rádio definované softvérom

Fórum pre rádio definované softvérom je nezisková organizácia pozostávajúca z približne 100 korporácií z celého sveta, ktoré sa venujú podpore vývoja, aplikácie a využívania technológií rádia definovaného softvérom pre zdokonalené rádiové systémy.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- Technológia rádia definovaného softvérom pre integrovaný záchranný systém. Pracovný dokument SDRF-06-W-0001-1 (pozri [i.1]). Dokument poskytuje vyčerpávajúcu štúdiu aplikácií rádia definovaného softvérom pre integrovaný záchranný systém. Štúdia je doplnená výsledkami z RFI (žiadosť z informácií) na túto tému odoslanými relevantným koncovým používateľom, priemyslu a regulačným organizáciám.

Materiál [i.1] poskytuje dôležité informácie a odporúčania, ktoré by sa v tomto dokumente mali vziať do úvahy:

- Článok 4.1 poskytuje úvahy o aplikácii a realizovaní. Odpovede z RFIs naznačujú, že sieťové priechody definované softvérom sa môžu stať jednou z najvyšších priorít, keďže by uľahčili integrovanie rozličných infraštruktúr sietí. Článok poskytuje aj náznaky kompromisov medzi prístupom k základňovej stanici rádia definovaného softvérom a sieťou založenou na základňových stanicích rádia nedefinovaného softvérom a koncovými zariadeniami spôsobilými na prepojenie s rozličnými rádiovými rozhraniami.
- Článok 4.2 ponúka diskusiu o tom, aká je úloha normalizácie a čo by sa malo normalizovať. Hlavný výber sa týka normalizácie vnútorných rozhraní rádiových zariadení alebo noriem na vnútorné rozhranie zariadenia, ako je to nazvané v [i.1], alebo normalizácie sieťových rozhraní medzi rádiovými zariadeniami a inými prvkami siete ako rádiové rozhranie. Ak je určená norma na vnútorné rozhranie zariadenia, hlavnou otázkou bude, či prijať architektúru komunikačného softvéru ako referenciu pre normalizáciu normou na vnútorné rozhranie zariadenia. V dokumente sa poznamenáva, že architektúru komunikačného softvéru bola vytvorená na základe vojenských požiadaviek, ktoré sú podobné, ale omnoho prísnejšie ako požiadavky pre integrovaný záchranný systém. Náklady, výkonnostné charakteristiky alebo spotreba energie sú dôležité faktory, ktoré treba pri definovaní normy na vnútorné rozhranie zariadenia zvažovať. Norma na vnútorné rozhranie zariadenia nie je založená na báze architektúry komunikačného softvéru, ako tie z komerčnej oblasti by sa mali tiež uvažovať, dokonca aj keď nemusia spĺňať potrebné požiadavky pre integrovaný záchranný systém. Ak nie je norma na vnútorné rozhranie zariadenia určená, dokument [i.1] špecifikuje normalizáciu funkčnosti sťahovania softvéru ako hlavnú oblasť na adresovanie.
- Článok 4.3 opisuje úlohu kognitívnych aplikácií. Kognitívne techniky sa môžu využívať na zvyšovanie prevádzkových spôsobilostí respondérov integrovaného záchranného systému, aby viac sledovali prostredie vysokej frekvencie, automaticky sa rekonfigurovali a pripájali, využívali dodatočné zdroje frekvenčného spektra, ak je to potrebné. Hlavnou oblasťou záujmu je to, či sa môže povoliť spoločné využívanie frekvenčného spektra, alebo či je to pre aplikácie v integrovanom záchrannom systéme príliš riskantné. Okrem toho je otázkou, či kognitívna spôsobilosť sa môže začleniť do tej istej skrinky v ktorej je rádio definované softvérom pre všetky potenciálne aplikácie a techniky, alebo či sa pri niektorých použitíach prinajmenšom v blízkej budúcnosti požaduje samostatná skrinka s dobre definovaným normalizačným rozhraním, aby sa zabránilo obavám z dodatočnej veľkosti, hmotnosti nákladov a energie.

## 4.2 Projekty

### 4.2.1 Projekt CHORIST

Projekt CHORIST integrujúci komunikácie pre zlepšené manažérstvo environmentálnych rizík a bezpečnosť občanov je trojročný projekt (jún 2006 až máj 2009) financovaný Európskou komisiou, ktorý sa zameriava na zvládanie environmentálnych rizík vzhľadom na prírodné nebezpečenstvá a priemyselné nehody.

CHORIST navrhne riešenia na zvýšenie rýchlosti a efektívnosti zásahov nasledujúcich po veľkých prírodných a/alebo priemyselných katastrofách s cieľom zvýšiť bezpečnosť občanov a zlepšiť komunikáciu medzi záchranármi.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité nasledujúce dokumenty.

Výstupy projektu CHORIST SP4 (Systémy tiesňových telekomunikácií v miestach kríz) vrátane:

- správy o zdokonaľovaní jestvujúcich dedičných systémov PMR a širokopásmových systémov (SP4.D3) [i.41];
- správa o definovaní a návrhu širokopásmovej siete (SP4.D4) [i.42];
- správa o definovaní a návrhu širokopásmovej siete (SP4.D5) [i.43].

### 4.2.2 E2R

Projekt rekonfigurovateľnosti medzi koncovými bodmi E2R má za cieľ uviesť všetky výhody hodnotnej diverzity v rámci rádiového ekopriestoru zloženého zo širokej škály systémov ako sú bunkové, bezdrôtové miestne a vysielacie. Kľúčovou úlohou projektu E2R je navrhnuť, vyvinúť a odskúšať architektonickú koncepciu rekonfigurovateľných zariadení a funkcie podporujúcich systémov, aby sa používateľom, aplikáciám a poskytovateľom služieb, prevádzkovateľom, regulátorom ponúkol rozšírený súbor prevádzkových možností v kontexte heterogénnych mobilných rádiových systémov.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto výstupy:

- D1.4: Architektúra manažérstva rekonfigurovateľnosti E2E na systémovej úrovni;
- D3.3: Manažérska rovina rekonfigurácií a návrh funkcií podpory siete a signalizovania;
- D4.3: Architektúra funkčnej fyzickej vrstvy.

### 4.2.3 ESSOR

Štúdia ESSOR je program typu Cat B pod patronátom EDA, ktorý sa zameria na nasledujúce hlavné úlohy s cieľom poskytnúť európskemu priemyslu spôsobilosť vyvinúť v období rokov 2010 až 2015 interoperabilné rádio definované softvérom.

Toto zahŕňa:

- 1) Vytvorenie, vo vzťahu s USA, normatívnych referencií požadovaných pre vývoj a výrobu softvérových rádii v Európe.
- 2) Zriadenie spoločnej bezpečnostnej základne na zvýšenie interoperability medzi európskymi zložkami, ako aj s USA.
- 3) Stimulovanie vyvážených transatlantických vzťahov v oblasti rádia definovaného softvérom.

Tento projekt môže vyvíjať architektúru, ako je opísaná v [i.6].

#### 4.2.4 EULER

Tento projekt má za cieľ využitie rádia definovaného softvérom (t.j. plne programovateľného rádia riadiaceho sa určitou vloženou softvérovou normou, umožňujúcou, aby sa rádiové aplikácie mohli uplatňovať z platformy na platformu), aby prinieslo nové účinné spôsobilosti interoperability do rádiových systémov používaných európskymi zložkami P&GS pri konfrontácii v spoločných operáciách v krízových situáciách (z opisu práce v projekte EULER).

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto výstupy:

- Výstupy z WP3: Otvorená architektúra komunikačného systému P&GS;
- Výstupy z WP4: Normy a platformy pre rádio definované softvérom;
- Výstupy z WP5: Tvary signálov Európskej architektúry softvérového rádia ESRA a súvisiace komponenty.

#### 4.2.5 WIDENS

Projekt Systém rádiovkej aplikovateľnej siete WIDENS bol dvojročný kooperatívny výskumný a vývojový projekt, zahŕňajúci európsky priemysel a univerzity. Projekt podporovala Európska komisia podľa 6. rámcového programu IST. Skončil v januári 2006. Celkovou úlohou projektu WIDENS bolo navrhnúť, vytvoriť prototyp a overiť vysokorýchlostný, rýchlo aplikovateľný a rozširovateľný bezdrôtový príležitostný komunikačný systém pre budúce aplikácie v integrovanom záchrannom systéme, pri mimoriadnych udalostiach a katastrofách.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- D2.2 Systémové aspekty.

#### 4.2.6 WINTSEC

S podporou používateľskej skupiny predstavujúcej koncových používateľov z oblasti mimoriadnych udalostí a bezpečnosti zo 6 národov EÚ, berúc do úvahy každodenné aktivity, spolu so zložitými zásahmi na vnútroštátnej alebo nadnárodnej úrovni, WINTSEC skúma súhrn komplementárnych riešení na prekonávanie bariér pre rádiovú interoperabilitu medzi rozličnými bezpečnostnými agentúrami, zohľadňujúc obmedzenia bezpečnostných služieb a dedičnú základňu z opisu práce WINTSEC.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- Výstupy z WP 2, 3 a 4 pre systémovú architektúru pre interoperabilitu – Vrstva jadrovej siete, systémová architektúra pre interoperabilitu – Vplyv rádia definovaného softvérom a architektúry informačného zabezpečenia na interoperabilitu.

#### 4.2.7 WISECOM

Projekt WISECOM je spolufinancovaný Európskou komisiou. Skúma, vyvíja a overuje prostredníctvom reálnych pokusných adeptov rýchle aplikovateľné odľahčené komunikačné infraštruktúry pre podmienky mimoriadnych situácií, napríklad situácií po prírodných a priemyselných nebezpečenstvách.

Systém integruje pozemské mobilné rádiové siete – skladajúce sa z GSM, UMTS, WiFi, a voliteľne WiMAX a TETRA – cez družice, využívajúc systémy Inmarsat BGAN a DVB-RCS.

Pre systémové a technologické aspekty sú dôležité tieto dokumenty:

- D2.1-1: Pozemské a družicové systémy pre situácie pri mimoriadnych udalostiach;

- D2.2-1: Definovanie celkovej architektúry systému. V súčasnosti je to dôverný dokument a nemôže byť pre túto štúdiu dostupný.



## 5 Súčasné komunikačné systémy v záchranných systémoch

Tento článok má za cieľ opísať jestvujúce bezdrôtové komunikačné systémy používané v organizáciách pre ochranu obyvateľstva.

Zoznam zahŕňa v abecednom poradí technológie už využívané v komerčnej oblasti alebo v oblasti obrany. Takáto diverzita môže generovať problémy s interoperabilitou počas riešenia kríz pri mimoriadnych udalostiach.

Aplikovanie technológií rekonfigurovateľných rádiových systémov v integrovanom záchrannom systéme sa môže založiť na rozvoji jednej alebo viacerých technológií prezentovaných v tomto článku.

Ako analógové, tak aj digitálne systémy v integrovanom záchrannom systéme skutočne koexistujú, hoci súčasný trend je pre širšie rozmiestňovanie digitálnych systémov.

Využívanie a rozmiestňovanie bezdrôtových komunikačných technológií môže závisieť od typu operačných scenárov. Článok preto poskytuje tabuľku na priradenie jestvujúcich bezdrôtových komunikačných systémov k najbežnejším environmentálnym scenárom v integrovanom záchrannom systéme, ako je mestské a vidiecke prostredie, vzdialené oblasti, pobrežie, prístavy atď., ktoré sú definované v TR 102 745 [i.29].

### 5.1 Analógové PMR

Profesionálne mobilné rádio, známe aj ako súkromné mobilné rádio alebo pozemné mobilné rádio, je analógový rádiový komunikačný systém používaný organizáciami pre ochranu obyvateľstva. Pred zavedením digitálnych systémov ako TETRA, alebo APCO 25 [i.17] ako hlavný typ rádiových komunikácií, analógové PMR, ktoré bolo používané v organizáciách pre ochranu obyvateľstva.

Analógové PMR využíva obvykle pásma UHF a VHF.

Prvé profesionálne mobilné rádio PMR boli jednoduché systémy vytvárané jedinou základňovou stanicou, ktorá zabezpečovala komunikáciu pre množstvo mobilných telefónov. Postupom času boli definované prepracovanejšie architektúry.

### 5.2 APCO 25

APCO 25 [i.17] je norma na digitálnu bezdrôtovú komunikáciu pre integrovaný záchranný systém. APCO je akronym pre Medzinárodné združenie predstaviteľov komunikácií pre integrovaný záchranný systém. APCO 25 sa najviac využíva v USA. Normy boli vypracované spolu so Združením telekomunikačného priemyslu TIA.

Pri definovaní noriem viedli riadiaci výbor štyri kľúčové ciele:

- poskytnúť rozšírenú funkčnosť so zariadeniami a spôsobilosťami zameranými pre potreby integrovaného záchranného systému;
- zlepšiť účinnosť frekvenčného spektra;
- zabezpečiť súťaživosť medzi viacerými predajcami cestou otvorenej systémovej architektúry;
- umožniť účinné, výkonné a spoľahlivé komunikovanie vnútri agentúr i medzi nimi.

APCO 25 [i.17] je založené na prístupovej metóde FDMA a modulácii QPSK-C. Komunikácie dátovými rýchlosťami sú podporované do maximálnej hodnoty 9,6 Kbit/s. Evolúcia APCO 25 [i.17]

sa v súčasnosti rozvíja s cieľom poskytnúť širokopásmovú konektivitu. Ďalšie podrobnosti sú v [i.17].

### 5.3 Komerčné bunkové siete GSM/GPRS/UMTS/3G

Komerčné bunkové bezdrôtové komunikačné systémy ako GSM/GPRS a UMTS neboli navrhnuté pre potreby integrovaného záchranného systému, preto nemajú úroveň spoľahlivosti, dostupnosti, citlivosti a zabezpečenia požadovanú organizáciami pre ochranu obyvateľstva. Organizácie pre ochranu obyvateľstva vo svete predsa využívajú komerčné bunkové bezdrôtové systémy, pretože v oblasti, kde operujú, nemajú alternatívy. V porovnaní s komerčnými sieťami majú organizácie pre ochranu obyvateľstva vo vyhradenej sieti náklady na účastníka, pretože celkový počet účastníkov je malý v porovnaní s nákladmi siete. Siete integrovaného záchranného systému sú zrejme navrhované na ochranu občanov alebo národov a nie z hľadiska požiadaviek podnikania.

Posledný vývoj v komerčných bunkových sieťach viedol k vysokej účinnosti frekvenčného spektra a zvýšeniu šírky pásma. Pri znižovaní nákladov na účastníka sa bunkové siete začali stávať pre používateľov zo zložiek integrovaného záchranného systému alternatívou. Dôležitú výhodu moderných bunkových sietí predstavuje spôsobilosť zabezpečovať komunikácie vysokými dátovými rýchlosťami. Vysokorýchlostný paketový prístup HSPA je súbor dvoch protokolov mobilnej telefónie – pre zostupný vysokorýchlostný paketový prístup HSDPA a pre vysokorýchlostný vzostupný paketový prístup HSUPA, ktoré rozširujú výkonnosť jestvujúcich protokolov WCDMA.

Hlavným problémom pri aplikáciách týchto technológií je skutočnosť, že neboli navrhnuté na základe požiadaviek integrovaného záchranného systému. Ďalšie podrobnosti o týchto otázkach sú v [i.20].

Siete integrovaného záchranného systému a komerčné siete majú okrem toho vzájomne spolupracovať a majú byť interoperabilné, aby spoločne využívali sieťové prostriedky. Dôležitou funkcionalitou, ktorá v komerčných sieťach ešte pred pár rokmi chýbala, je priorita sieťových prostriedkov. Nedávno vypracoval normalizačný orgán 3GPP štúdiu realizovateľnosti o zabezpečovaní prednostného prístupu k rádiovým kanálom pre hlas a dáta (pozri [i.21]). Viac podrobností v článku 6.6.

### 5.4 TETRA

TETRA (pozemská hromadná rádiová sieť) je otvorená norma pre digitálne hromadné rádio definovaná v ETSI (Európsky inštitút pre telekomunikačné normy), aby sa splnili požiadavky organizácií pre ochranu obyvateľstva a ďalších profesionálnych používateľov mobilného rádia zapojených do kritických aplikácií.

TETRA využíva technológiu TDMA so 4 časovými intervalmi pri šírke pásma 25 kHz na nosnú frekvenciu. Norma definuje rádiové rozhranie, periférne rozhranie a vnútro systémové rozhranie, ale nie architektúru v rámci systémovej infraštruktúry. TETRA poskytuje kanály s dátovou rýchlosťou 9,6 Kbit/s, ale vývoj TETRA je zameraný na poskytovanie vyššej dátovej konektivity.

TETRA je široko rozšírená v Európe a ďalších krajinách sveta (pozri [i.22]). Vzhľadom na dominantnú rolu tejto technológie môže aplikácia rekonfigurovateľných rádiových systémov v integrovanom záchrannom systéme silne závisieť od evolúcie TETRA.

Pôvodná norma pre hlas a dáta je známa ako TETRA Release 1. Posledný vývoj TETRA je TETRA release 2, čo zahŕňa novú vysokorýchlostnú dátovú službu TETRA s využitím rozličných širok VF kanálov a dátových rýchlostí pre flexibilné využívanie frekvenčných pásiem PMR.

## 5.5 TETRAPOL

Tetrapol sa vyvinul na využívanie v integrovanom záchrannom systéme podľa požiadavky zložiek francúzskej polície. Hoci je názov produktu podobný názvu TETRA, Tetrapol je od normy ETSI TETRA úplne odlišný. Tetrapol je patentové riešenie od EADS Telecom (predtým Matra) a ako norma ETSI nebol nikdy prijatý.

Tetrapol využíva technológiu FDMA, poskytujúc jeden hovorový alebo riadiaci kanál na nosnú frekvenciu 12,5 kHz. Riešenia Tetrapol sa adaptujú zväčša v sieťach s málo používateľmi pokrývajúcich veľké oblasti, čo je obvykle prípad sietí s jedným operátorom.

## 5.6 Družicové siete

Základnou výhodou družicových sietí pre organizácie pre ochranu obyvateľstva je to, že nepotrebujú existujúcu pozemskú infraštruktúru. Družicové siete môžu vysielat' v množstve frekvenčných pásiem (pásmo C, pásmo Ku), v závislosti od pokrytia zabezpečovaného družicovou sieťou. Hlavné náklady na rozmiestňovanie družicovej siete sú samotné družice.

Mobilné družicové služby MSS, sú družicové systémy založené na prenosných pozemských koncových zariadeniach. Koncové zariadenia MSS sa môžu inštalovať na nákladných autách, automobiloch, lodiach alebo dokonca na lietadlách. Koncové zariadenia MSS môžu byť v integrovanom záchrannom systéme dôležitým prínosom, poskytujúc takmer úplné pokrytie a výhody mobility.

Ako je opísané v [i.16], MSS budú mať v Európe široké nasadenie.

## 5.7 WiFi/WiMAX

Ako GSM/GPRS/UMTS, aj WiFi a WiMAX sú komerčné systémy, ktoré neboli navrhnuté na používanie v integrovanom záchrannom systéme. WiFi má veľmi malé pokrytie (od 200 metrov do 300 metrov), kým WiMAX má pokrytie oveľa širšie. Obidva systémy boli navrhnuté ako rozšírenie pevnej siete na zabezpečenie širokopásmovej konektivity. Nedostatok podpory pre mobilitu je problémom pre obidva systémy, aj keď posledné verzie WiMAX (802.16e [i.44]) obmedzenia pre mobilitu prekonávajú.

V súčasnosti sa WiFi a WiMAX v integrovanom záchrannom systéme preskúmajú, aby sa príležitostné alebo mrežové bezdrôtové siete dali implementovať na územiach kríz pri mimoriadnych udalostiach, kde by mohli zabezpečiť potrebnú širokopásmovú konektivitu.

## 5.8 Námorné komunikácie

Táto kategória zahŕňa všetky rozmanité druhy komunikácií využívané v námorných organizáciách pre ochranu obyvateľstva, ako je napríklad pobrežná stráž. Námorné komunikácie sú obvykle založené na kanáloch MF/HF alebo VHF pre spojenie z lode na breh alebo z lode na loď. Námorné organizácie pre ochranu obyvateľstva môžu využívať aj družicové siete, napríklad MSS a GSM/UMTS. Najbežnejšie komunikácie sú vo VHF v pásme od 150 MHz do 160 MHz, ktoré sú takmer v priamej viditeľnosti (od 30 km do 40 km). Spojenia za horizont sa uskutočňujú využitím pásiem MF a HF.

## 5.9 Komunikácie v leteckej elektronike

Do tejto skupiny sa začleňujú komunikácie využívané leteckými dopravnými prostriedkami ako sú lietadlá a vrtuľníky, ktoré sa môžu zúčastňovať na scenároch záchranného systému, napríklad na riešeníach prírodných katastrof alebo pri veľkých požiaroch. Letecká elektronika komunikuje zvyčajne v pásme VHF od 118 MHz do 137 MHz. V budúcnosti by sa mohli využívať mobilné

rádiové spoje na vyšších frekvenciách pri navádzaní bezpilotných lietadiel UAV používaných v bezpečnostných operáciách v pohraničí a pri prijímaní informácií z nich.

## 5.10 Tabuľka mapovania

Tabuľka 1 indikuje používanie vysoké, stredné a nízke, rozličných typov komunikačných systémov pri rôznych typoch scenárov. Indikácia je založená na súčasnej úrovni nasadenia a môže sa v budúcnosti meniť.

**Tabuľka 1 – Využívanie komunikácií v scenároch záchranného systému**

	Mestské prostredie	Vidiecke prostredie	Pobrežné oblasti	Pohraničie	Prístavy
Digitálne PMR (APCO 25, TETRA, TETRAPOL)	vysoké	stredné	nízke	stredné	stredné
Družicové siete	nízke	vysoké	nízke	nízke	nízke
PMR (Tetra nie)	vysoké	vysoké	stredné	stredné	stredné
GSM/UMTS	vysoké	stredné	stredné	stredné	stredné
WiFi/WiMAX	stredné	nízke	nízke	nízke	nízke
Námorné komunikácie	nízke	nízke	vysoké	stredné	vysoké
Komunikácie v leteckej elektronike	stredné	vysoké	stredné	stredné	nízke

Dôležitým prvkom pri úvahách sú náklady na nasadenie každej technológie v rozličných operačných súvislostiach. Kvalitatívny odhad nákladov na nasadenie je uvedený nižšie. Náklady sú založené na typickom využití telekomunikácií organizáciami pre ochranu obyvateľstva, ktoré sú vyššie v mestských oblastiach a nižšie vo vidieckych oblastiach. Tabuľka 2 je založená na výsledkoch dotazníka opísaného v TR 102 745 [i.29].

Družicové siete sú špeciálnym prípadom, keďže náklady na ich nasadenie sú dané najmä nákladmi na samotné družice a nie sú závislé od kontextu.

**Tabuľka 2 – Náklady na nasadenie komunikácií v scenároch záchranného systému**

	Mestské prostredie	Vidiecke prostredie	Pobrežné oblasti	Pohraničie	Prístavy
Digitálne PMR (APCO 25, TETRA, TETRAPOL)	vysoké	stredné	stredné	stredné	stredné
Družicové siete	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PMR (Tetra nie)	vysoké	nízke	nízke	stredné	stredné
GSM/UMTS	vysoké	stredné	stredné	stredné	stredné
WiFi/WiMAX	vysoké	stredné	stredné	stredné	High
Námorné komunikácie	nízke	nízke	stredné	nízke	stredné
Komunikácie v leteckej elektronike	nízke	nízke	nízke	stredné	nízke

## 6 Celkový návrh systému

### 6.1 Úvod

Komunikačné infraštruktúry integrovaného záchranného systému sú dnes v súhrne zložitým systémom pozostávajúcim z heterogénneho súboru sietí a systémov IKT budovaných rozličnými organizáciami pre ochranu obyvateľstva. Na splnenie svojich potrieb a požiadaviek si postupom času každá organizácia pre ochranu obyvateľstva vytvorila svoj vlastný vertikálny systém IKT. Navyše, aj organizácie pre ochranu obyvateľstva toho istého typu môžu mať v rozličných krajinách Európy rôzne systémy. Táto rozmanitosť môže spôsobovať problémy v komunikácii a nedostatočnú interoperabilitu v nadnárodných operačných scenároch, ako je napríklad zabezpečenie hraníc, alebo v prípadoch, keď sa rozsiahle krízy pri mimoriadnych udalostiach týkajú viac ako jednej organizácie pre ochranu obyvateľstva.

Vývoj telekomunikačných noriem pre integrovaný záchranný systém ako je napríklad TETRA, tento problém v mnohých prípadoch zmiernil, poskytujúc jednotnú infraštruktúru a jediný typ komunikácie. Jeho nasadenie ešte nezahŕňa všetky organizácie pre ochranu obyvateľstva v Európe. Interoperabilita je stále pre záchranný systém problémom, ktorý by sa mohol riešiť alebo zmierniť pomocou rádiových systémov, spôsobilých zabezpečiť konektivitu pre rôznorodé komunikačné systémy prítomné v oblastiach mimoriadnych udalostí. Rekonfigurovateľné rádiové systémy sa môžu využívať na vytváranie mostov naprieč rozličnými komunikačnými systémami polície alebo na zabezpečenie spôsobilosti na ručné prístroje dôstojníkov polície, aby mohli komunikovať pomocou rozličných rádiových systémov. Viac podrobností o interoperabilite je v článku 6.6.

Interoperabilita nie je jedinou spôsobilosťou, ktorú môže nasadenie technológií rekonfigurovateľných rádiových systémov priniesť.

Ako reakcie na krízy pri mimoriadnych udalostiach alebo prírodné katastrofy, ktoré zničia kritické zariadenia v oblasti a ohrozia ľudské životy, sú akcie integrovaného záchranného systému obvykle neplánované. Technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov môžu zabezpečiť potrebnú flexibilitu na zvládnutie neplánovaných udalostí alebo podmienok, ktorú by rádiové systémy typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov neboli schopné poskytnúť.

Príklad 1: Na prenos obrazu, videa alebo informácií pri plánovaní výstavby je potrebná zväčšená šírka komunikačného pásma.

Flexibilita je potrebná aj na zvýšenie odolnosti a spoľahlivosti siete, aby mohla reagovať na vonkajšie interferencie a rušenia. Technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov sa môžu využívať na to, aby sa v reálnom čase mohli meniť charakteristiky prenosu ako je výkon, frekvencia, modulácia a pod. Táto spôsobilosť sa môže využiť na zvýšenie účinnosti spojenia a nižšiu spotrebu batérií, ale aj na implementovanie operačných postupov pri špecifických scenároch.

Príklad 2: Používateľ zo zložky integrovaného záchranného systému môže vytvoriť komunikačný režim pre vysokú kapacitu dát a efektivitu s nízkym výkonom v jednom scenári alebo vysokovýkonovú účinnosť a len úzkopásmové hlasové komunikácie v inom scenári.

Niektoré z týchto spôsobilostí už sú prítomné v komunikačných systémoch a normách prezentovaných v článku 5. Technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov sa môžu použiť na rošírenie týchto spôsobilostí alebo môžu byť súčasťou vývoja opisovaných komunikačných noriem.

Pri aplikácii technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov na integrovaný záchranný systém, je hlavnou úlohou zabezpečiť tú istú úroveň spoľahlivosti, reakčnej citlivosti a dostupnosti poskytovanú jestvujúcimi bezdrôtovými komunikačnými systémami polície ako je TETRA, inak nebudú prijaté koncovými používateľmi z polície, ktorí majú na svoje zariadenia a komunikačné siete prísne akceptačné kritériá.

Dôležitú úlohu v komunikáciách pre integrovaný záchranný systém má aj zabezpečenie. Dáta distribuované komunikačnou sieťou sú vysoko citlivé, alebo sú siete pripojené na infraštruktúry IKT s vysokými úrovňami zabezpečenia. Organizácie pre ochranu obyvateľstva majú rozličné úrovne zabezpečenia. Jeden extrém tvoria vojenské a obranné organizácie, ktoré sa zúčastňujú na riešení závažných kríz pri mimoriadnych udalostiach, druhým extrémom sú dobrovoľnícke organizácie s veľmi nízkou úrovňou zabezpečenia. Uprostred medzi nimi máme políciu, hasičov, tiesňové zdravotnícke služby s najrôznejšou úrovňou bezpečnosti. Dáta by sa mali chrániť bez vplyvu na kvalitu komunikácie alebo interoperabilitu.

Systémové aspekty súvisia s kontextom, v ktorom môžu organizácie pre ochranu obyvateľstva pôsobiť. Kríza pri mimoriadnej udalosti sa môže obmedziť na miestnu oblasť, kde je potrebnú konektivitu spôsobilá zabezpečiť bezdrôtová sieť vytvorená len pre tento prípad, alebo sa môže rozšíriť na celý región, kde bude potrebná jedna alebo viac komunikačných infraštruktúr vrátane pevných sietí. V tomto dokumente budeme využívať kontexty definované v projekte MESA (pozri článok 4.1.9). V projekte MESA je výraz sieť vlastne použitý na opísanie kontextu a je definovaná hierarchia sietí.

V tomto dokumente budú použité aj tieto definície (vybraté z [i.13]):

- Komunikačná sieť v oblasti mimoriadnej udalosti (IAN):

Komunikačná sieť v oblasti mimoriadnej udalosti je vo všeobecnosti vyhradená jedinej nehode alebo udalosti. Kľúčovou požiadavkou integrovaného záchranného systému je možnosť komunikácie medzi jednotlivými a viacnásobnými stranami na tej istej úrovni pri nedostatku akejkoľvek podpornej infraštruktúry. Komunikačná sieť v oblasti mimoriadnej udalosti sa môže zriadiť dopredu pre plánovanú udalosť, akou je nejaká športová alebo celonárodné významná akcia, alebo sa môže dynamicky nasadiť pri neplánovanej udalosti alebo nehode s najvyššími rizikami. Možné pokrytie neplánovaných udalostí je od miestnych situácií pri vymáhaní práva až po úsilie o podporu v oblasti prírodnej katastrofy. V závislosti od postihnutej situačnej oblasti a zapojených útvarov stávajú sa rozhodujúcejšími interoperabilita, vzájomné spojenie a manažérstvo prostriedkov. Treba si všimnúť, že neplánovaná udalosť môže vyžadovať premenlivé a náročné geografické a infraštruktúrne scenáre, ktoré môžu ovplyvniť začiatkové zorganizované operácie a celkové komunikačné spôsobilosti (napríklad teroristický útok alebo silný hurikán/cunami).

- Komunikačná sieť v súdnictve JAN:

Komunikačná sieť v súdnictve je navrhnutá na zabezpečenie pokrytia pre špecifický vládny úrad alebo pre spoločný prístup v rozsiahlej oblasti, ktorá môže zahŕňať také geografické hranice ako je mesto, okres alebo krajina. Návrh a miesta nasadenia prvkov infraštruktúry komunikačnej siete v súdnictve sú dobre naplánované, aby sa zabezpečilo kompletne pokrytie a dostatočná šírka pásma, vysoká úroveň kvality služby a spoľahlivosť, ktoré budú zodpovedať povahe skupiny používateľov pre túto krízovú úlohu. Infraštruktúra JAN využíva výkonné komunikačné veže a ďalšie prvky infraštruktúry dvojcestného vysielania na zabezpečenie vyššie zmienenej spôsobilosti a požadovaného komunikačného pokrytia, spĺňajúc potreby vládneho úradu pre služby integrovaného záchranného systému. Tieto veže alebo body komunikačných spojov sa môžu rôzniť v štruktúre aj veľkosti, v závislosti od potrieb plánovania a pokrytia. Niektoré sú navrhnuté pre umiestnenie na vrcholoch kopcov, kým iné sú omnoho menšie a sú projektované pre použitie vnútri budov a tunelov.

- Rozšírená komunikačná sieť EAN:

Rozšírená komunikačná sieť je sieť navrhnutá najmä na zabezpečenie konektivity medzi rozličnými sieťami JAN; môže zahŕňať aj tradičné podporné siete.

## 6.2 Vklad z iných pracovných skupín TC RRS

TR 102 682 [i.25] opisuje funkčnú architektúru kognitívnych rádiových bezdrôtových sietí v komerčnej oblasti. Dokument charakterizuje stavebné bloky na zabezpečenie funkcionality dynamického frekvenčného manažovania. Niektoré koncepcie a architektonické prvky sa môžu prispôbiť pre integrovaný záchranný systém, ak sa potvrdí ich vhodnosť pre požiadavky používateľov opísané v TR 102 745 [i.29].

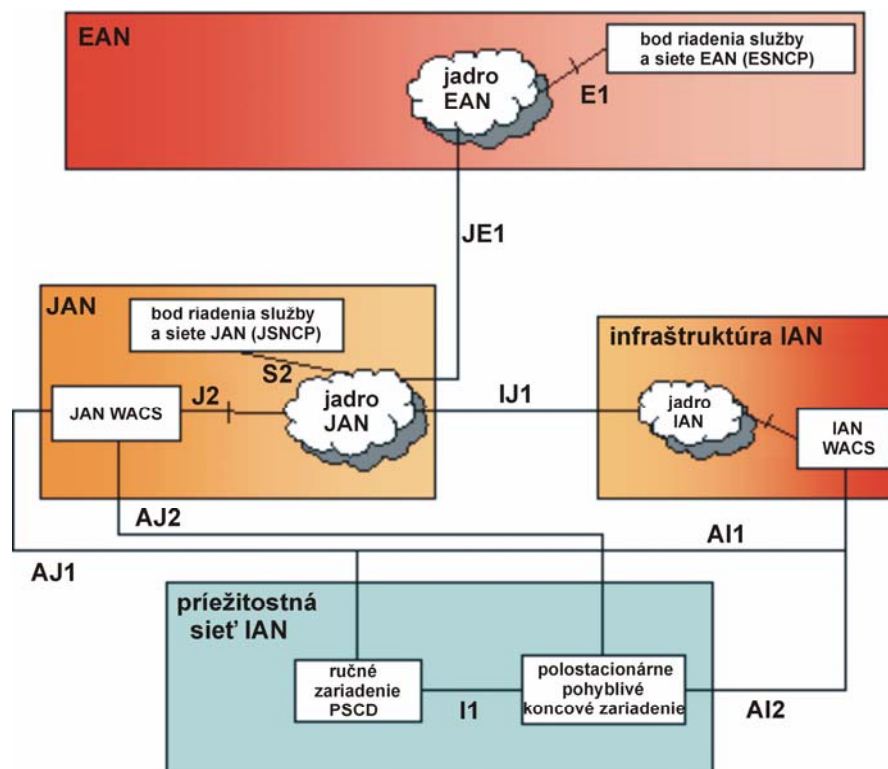
TR 102 683 [i.24] opisuje prístupy návrhu pre pilotný kanál v komerčnej oblasti. Niektoré z riešení návrhu prezentované v dokumente sa môžu adaptovať v integrovanom záchrannom systéme, ak sa potvrdí ich vhodnosť pre požiadavky používateľov opísané v TR 102 745 [i.29].

## 6.3 Funkčná architektúra a rozhrania

Na definovanie základnej funkčnej architektúry a rozhraní využije tento dokument znovu niektoré z koncepcií charakterizovaných v [i.13].

V tomto článku sú opísané dva náhľady z funkčnej architektúry a hlavných rozhraní. Prvý náhľad stanoví funkčnú architektúru rádiových systémov pre integrovaný záchranný systém typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov. Druhý náhľad opisuje zavádzanie prvkov rekonfigurovateľných rádiových systémov a súvisiacich rozhraní.

Prvý náhľad je predstavený na obrázku 1.



Obrázok 1 – Siete, rozhrania a jestvujúce komunikačné systémy pre integrovaný záchranný systém

Sú definované tieto uzly:

- Komunikačné zariadenie pre integrovaný záchranný systém PSCD je ručné koncové zariadenie alebo mobilné zariadenie, ktoré majú nosiť dôstojníci polície. Môže sa použiť na podporu mobilných alebo pevných snímacích zariadení. V porovnaní s inými uzlami je výkonnosť PSCD obvykle obmedzená jeho veľkosťou a energetickými možnosťami. Napriek tomu je PSCD hlavnou formou komunikácie pre dôstojníkov polície a z hľadiska množstva a vplyvu na rozpočet predstavuje významnú súčasť komunikačnej infraštruktúry pre integrovaný záchranný systém.
- Polostacionárne pohyblivé koncové zariadenie MTSS je koncové zariadenie namontované vo vozidle alebo zariadenie inštalované na špecifickom mieste, ktoré sa má použiť ako snímač. Keďže MTSS má prístup k zdrojom energie zabezpečovaných vozidlom alebo inštalovaným spolu so snímačom, môže v porovnaní s PSCD poskytovať zvýšenú výkonnosť a funkčnosti. Zvyčajne sa MTSS používajú na realizáciu prístupového bodu AP pre miestnu príležitostnú bezdrôtovú sieť vytváranú prostredníctvom zariadení PSCD. Toto je napríklad prípad vozidlových koncových zariadení TETRA, ktoré môžu zabezpečiť oblasť s obmedzeným pokrytím pre PSCD prostredníctvom priameho režimu prevádzky TETRA DMO.
- IAN WACS predstavuje bezdrôtový prístupový bod pevnej bezdrôtovej infraštruktúry, ktorý poskytuje bezdrôtovú konektivitu v kontexte komunikačnej siete v oblasti mimoriadnej udalosti. Príkladom je základňová stanica TETRA alebo bezdrôtová rádiová stanica analógového PMR. IAN WACS zabezpečujú pokrytie pre špecifickú oblasť a podporujú prevádzku špecifického počtu koncových zariadení.
- JAN WACS predstavuje bezdrôtový prístupový bod pevnej bezdrôtovej infraštruktúry, ktorý poskytuje bezdrôtovú konektivitu v kontexte JAN.

Príklad: Námorná bezdrôtová rádiová stanica, ktorá zabezpečuje pokrytie pre rozsiahly pobrežný alebo námorný región.

- Jadro komunikačnej siete v oblasti mimoriadnej udalosti predstavuje jadrovú sieť pevnej bezdrôtovej infraštruktúry v kontexte IAN.
- Jadro JAN predstavuje jadrovú sieť pevnej bezdrôtovej infraštruktúry v kontexte JAN. Používa sa na spojenie prvkov jadra IAN.
- Jadro rozšírenej komunikačnej siete predstavuje jadrovú sieť pevnej bezdrôtovej infraštruktúry v kontexte JAN. Používa sa na spojenie prvkov jadra JAN.

Sú definované tieto rozhrania:

- Rozhranie I1. Toto je rozhranie medzi PSCD a polostacionárnym pohyblivým koncovým zariadením. Toto rozhranie podporuje komunikácie z jedného PSCD do jedného alebo viacerých PSCD alebo mobilných terminálov, pri absencii akejkoľvek pevnej alebo transportovateľnej infraštruktúry. Príkladom je priamy režim prevádzky DMO medzi ručným koncovým zariadením TETRA a vozidlovým koncovým zariadením TETRA.
- Rozhranie AI1. Toto je rozhranie medzi PSCD a IAN WACS. Príkladom je spojenie rádiovým rozhraním medzi ručným koncovým zariadením TETRA a základňovou stanicou TETRA.
- Rozhranie AI2. Toto je rozhranie medzi MTSS a IAN WACS. Príkladom je spojenie rádiovým rozhraním medzi vozidlovým koncovým zariadením TETRA a základňovou stanicou TETRA.
- AJ1. Toto je rozhranie medzi MTSS a JAN WACS. Príkladom je spojenie s dlhým rozsahom medzi vozidlovým koncovým zariadením HF alebo koncovým zariadením VHF



používaným políciou a rádiovou stanicou HF alebo rádiovou stanicou VHF, ktorej pokrytie zahŕňa JAN.

- AJ2. Toto je rozhranie medzi PSCD a JAN WACS. Príkladom je spojenie s dlhým rozsahom medzi koncovým zariadením HF alebo VHF používaným políciou a rádiovou stanicou HF alebo VHF, ktorej pokrytie zahŕňa JAN.
- I3. Toto je rozhranie medzi IAN WACS a jadrom IAN. Môže to byť pevné spojenie, napríklad káblom, alebo rádiový spoj. Obvykle to je spojenie s vysokou dátovou rýchlosťou. Príkladom je spojenie medzi základňovou stanicou TETRA a vstupným bodom, prepínacím multiplexorom, alebo multiplexorom s vkladáním a vydeľovaním signálov z infraštruktúry TETRA.
- IJ1. Toto je rozhranie medzi jadrom IAN a jadrom JAN. Je to zvyčajne pevné spojenie s vysokou dátovou rýchlosťou ako spojenie IP založené na kábli vláknovej optiky.
- J2. Toto je rozhranie medzi JAN WACS a jadrom JAN. Môže to byť pevné spojenie, napríklad káblom, alebo rádiový spoj. Obvykle to je spojenie s vysokou dátovou rýchlosťou. Príkladom je spojenie medzi rádiovou stanicou HF a riadiacim strediskom organizácie pre ochranu obyvateľstva.
- S2. Toto je rozhranie medzi JAN WACS a JAN SNCP. JAN SCNCP<sup>1</sup> zahŕňa dispečerský úrad pre úradnú právomoc. JAN SNCP má okrem toho na starosti prepájanie medzi zriadenou rozšírenou komunikačnou sieťou a JAN. Môže to byť pevné spojenie, napríklad káblom, alebo rádiový spoj. Obvykle to je spojenie s vysokou dátovou rýchlosťou.
- JE1. Toto je rozhranie medzi jadrom JAN a jadrom rozšírenej komunikačnej siete. Je to zvyčajne pevné spojenie s vysokou dátovou rýchlosťou ako spojenie internetovým protokolom založené na kábli vláknovej optiky.
- E1. Toto je rozhranie medzi jadrami rozšírenej komunikačnej siete EAN a EAN SNCP na dispečerské účely.

Uplatňovanie technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov prináša ďalšie uzly a rozhrania. Koncové zariadenia a základňové stanice založené na technológii rekonfigurovateľných rádiových systémov koexistujú so zariadeniami, ktoré tieto spôsobilosti nemajú.

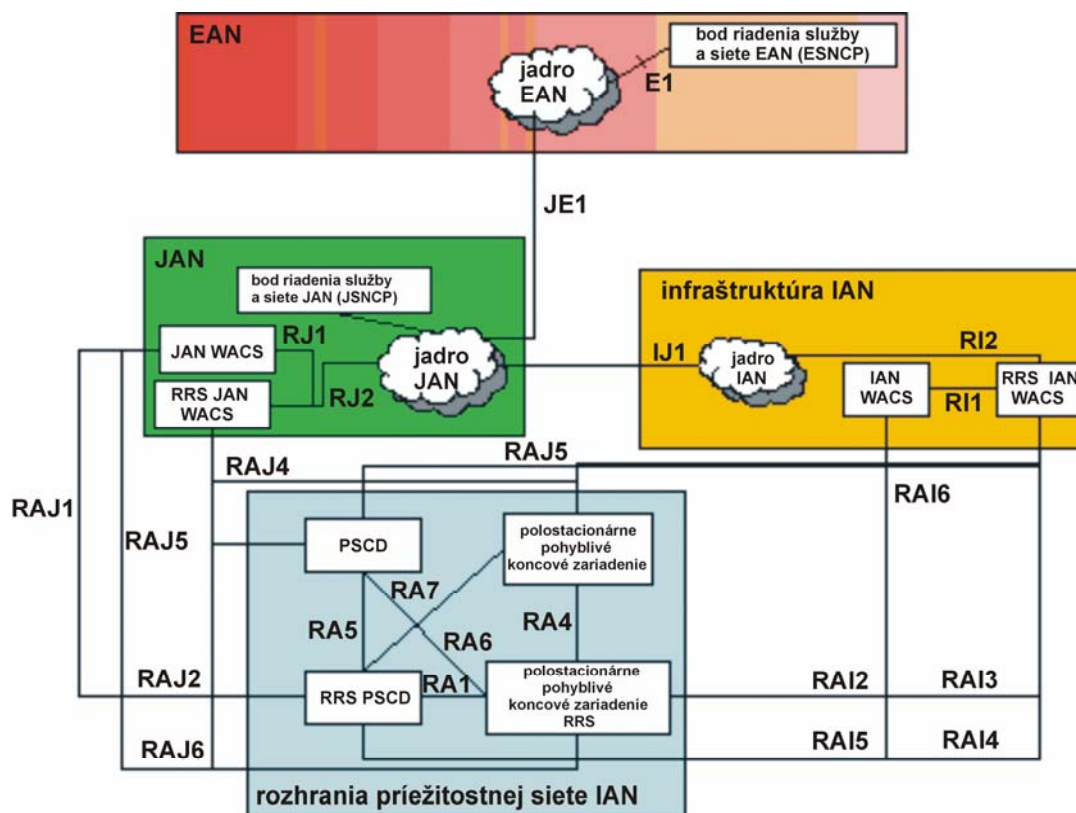
Vo zvyšku článku stotožníme výrazy koncové zariadenia rekonfigurovateľných rádiových systémov a základňové stanice, ktoré majú spôsobilosti kognitívneho rádia alebo ktoré sú založené na rádiu definovanom softvérom (pozri článok 3.1).

S termínom nerekonfigurovateľné rádiové systémy stotožníme konvenčné bezdrôtové komunikačné systémy, ktoré nemajú spôsobilosti kognitívneho rádia alebo nie sú založené na rádiu definovanom softvérom (pozri článok 3.1).

Koncové zariadenia a základňové stanice rekonfigurovateľných rádiových systémov sú spôsobilé komunikovať s inými uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov, ale aj s konvenčnými rádiovými zariadeniami.

V sieti umožňujúcej činnosť rekonfigurovateľných rádiových systémov budú prítomné nasledujúce nové uzly a rozhrania.

POZNÁMKA 1. – Kvôli zjednodušeniu schémy nie sú predošlé rozhrania predstavené.



**Obrázok 2 – Sieť, rozhrania a komunikačné systémy pre integrovaný záchranný systém vybavené rekonfigurovateľnými rádiovými systémami**

Sú definované tieto ďalšie uzly:

- Komunikačné zariadenie rekonfigurovateľného rádiového systému pre integrovaný záchranný systém PSCD je ručné koncové zariadenie alebo mobilné zariadenie so spôsobilosťou rekonfigurovateľných rádiových systémov. Môže sa použiť na podporu mobilných alebo pevných snímacích zariadení ako sú radar a videokamera. Takýto uzol sa dokáže spojiť so všetkými uzlami nerekonfigurovateľných rádiových systémov opísanými v predchádzajúcej schéme vrátane PSCD, MTSS, IAN WACS a JAN WACS sú podporou pre interoperabilitu. Má spôsobilosť kognitívneho rádia, má podporu pre dynamické frekvenčné manažovanie a môže spolupracovať s ďalšími uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov prítomnými v sieti. Obmedzením pre rekonfigurovateľné rádiové systémy PSCD ešte bude energetická spotreba. Kognitívne rádio a rekonfigurovateľnosť by mohli vyžadovať vyšší spracovateľský potenciál a rýchlejšiu spotrebu, ale mohlo by to zvýšiť aj celkovú účinnosť.
- Polostacionárne pohyblivé koncové zariadenie rekonfigurovateľného rádiového systému MTSS je koncové zariadenie namontované vo vozidle alebo zariadenie inštalované na špecifickom mieste, ktoré sa má použiť ako snímač so spôsobilosťou rekonfigurovateľných rádiových systémov. Takýto uzol sa dokáže spojiť so všetkými uzlami nerekonfigurovateľných rádiových systémov opísanými v predchádzajúcej schéme vrátane PSCD, MTSS, IAN WACS a JAN WACS sú podporou pre interoperabilitu. Má spôsobilosť kognitívneho rádia, ktoré je podpora pre dynamické frekvenčné manažovanie, nad rámec dnešných hromadných rádiových sietí a môže spolupracovať s ďalšími uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov, ktoré sú prítomné v sieti.
- Rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS predstavuje bezdrôtový prístupový bod pevnej bezdrôtovej infraštruktúry so spôsobilosťou rekonfigurovateľných rádiových

systémov. Rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS sa môže spojiť s uzlami nerekonfigurovateľných rádiových systémov PSCD, MTTs a uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov. Rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS môže poskytnúť spôsobilosť premostenia, to znamená zabezpečiť interoperabilitu medzi dvoma rozdielnymi rádiovými systémami prítomnými v oblasti. Napríklad rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS môže mať dve rádiové rozhrania, a to rádiové rozhranie TETRA a rádiové rozhranie pre analógové PMR a môže vytvoriť spojenie medzi ich jednotlivými koncovými zariadeniami. Rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS má poskytovať spôsobilosť kognitívneho rádia. Ak je zvolený prístup centralizovaného kognitívneho rádia, rekonfigurovateľný rádiový systém IAN WACS pôsobí ako riadiaci uzol v sieti IAN. Môže spolupracovať s uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov JAN WACS.

- Rekonfigurovateľný rádiový systém JAN WACS predstavuje bezdrôtový prístupový bod pevnej bezdrôtovej infraštruktúry so spôsobilosťou rekonfigurovateľných rádiových systémov. Rekonfigurovateľný rádiový systém JAN WACS sa môže spojiť s uzlami nerekonfigurovateľných rádiových systémov PSCD, MTTs a s uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov. Rekonfigurovateľný rádiový systém JAN WACS môže poskytnúť spôsobilosť premostenia, to znamená, že môže zabezpečiť interoperabilitu medzi dvoma rozdielnymi technológiami rádiového prístupu existujúcimi v oblasti. Rekonfigurovateľný rádiový systém JAN WACS má poskytovať spôsobilosť kognitívneho rádia. Ak je zvolený prístup centralizovaného kognitívneho rádia, rekonfigurovateľný rádiový systém JAN WACS pôsobí ako riadiaci uzol v sieti JAN a spolupracuje s uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov JAN WACS.
- Jadro rekonfigurovateľného rádiového systému IAN (RRS IAN CORE) predstavuje jadrovú sieť pevnej bezdrôtovej infraštruktúry v kontexte IAN, so spôsobilosťami rekonfigurovateľných rádiových systémov. Bez ohľadu na interoperabilitu s inými jadrovými sieťami rekonfigurovateľných rádiových systémov (IAN, JAN), jadro rekonfigurovateľného rádiového systému IAN (RRS IAN CORE) má funkciu sieťového priechodu s jadrovými sieťami nerekonfigurovateľných rádiových systémov IAN alebo JAN.
- Rekonfigurovateľný rádiový systém JAN CORE predstavuje jadrovú sieť pevnej bezdrôtovej infraštruktúry v kontexte JAN, so spôsobilosťami rekonfigurovateľných rádiových systémov. Bez ohľadu na interoperabilitu s inými jadrovými sieťami rekonfigurovateľných rádiových systémov (IAN, JAN), jadro rekonfigurovateľného rádiového systému JAN (RRS JAN CORE) má funkciu sieťového priechodu s jadrovými sieťami nerekonfigurovateľných rádiových systémov IAN, JAN alebo EAN.

Sú definované tieto nové rozhrania:

- Rozhranie RA1. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a rekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS. Keďže obidva prvky vychádzajú z rekonfigurovateľných rádiových systémov, nemôže sa toto rozhranie zakladať na existujúcich telekomunikačných normách. Rozhranie je jedným zo stavebných blokov na definovanie príležitostných bezdrôtových miestnych sietí rekonfigurovateľných rádiových systémov založených na koncepte kognitívneho rádia.
- Rozhranie RA4. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS. Zakladá sa na normách podporovaných koncovým zariadením nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ako je TETRA DMO.
- Rozhranie RA5. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľnými rádiovými systémami PSCD. Zakladá sa na normách podporovaných koncovým zariadením nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ako je TETRA DMO.
- Rozhranie RA6. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a nerekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS. Zakladá sa na normách

podporovaných koncovým zariadením nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ako je TETRA DMO.

- Rozhranie RA7. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a rekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS. Malo by sa zakladať na normách podporovaných koncovým zariadením nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ako je TETRA DMO.
- Rozhranie RAI2. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS. Malo by sa zakladať na normách podporovaných nerekonfigurovateľnými rádiovými systémami IAN WACS, ako je TETRA.
- Rozhranie RAI3. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľnými rádiovými systémami IAN WACS a MTSS. Keďže obidva prvky vychádzajú z rekonfigurovateľných rádiových systémov, toto rozhranie sa nemôže zakladať na existujúcich telekomunikačných normách. Rozhranie je jedným zo stavebných blokov na definovanie miestnych sietí rekonfigurovateľných rádiových systémov, založených na koncepte kognitívneho rádia.
- Rozhranie RAI4. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľnými rádiovými systémami PSCD a IAN WACS. Keďže obidva prvky vychádzajú z rekonfigurovateľných rádiových systémov, toto rozhranie sa nemôže zakladať na existujúcich telekomunikačných normách. Rozhranie je jedným zo stavebných blokov na definovanie miestnych sietí rekonfigurovateľných rádiových systémov založených na koncepte kognitívneho rádia.
- Rozhranie RAI5. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a nerekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných základňovými stanicami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAI6. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných koncovými zariadeniami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAI7. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných koncovými zariadeniami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAJ1. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a nerekonfigurovateľným rádiovým systémom JAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných základňovými stanicami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAJ2. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľnými rádiovými systémami PSCD a JAN WACS. RAJ2. Keďže obidva prvky vychádzajú z rekonfigurovateľných rádiových systémov, nemôže sa toto rozhranie zakladať na existujúcich telekomunikačných normách. Rozhranie je jedným zo stavebných blokov na definovanie kognitívnych bezdrôtových sietí založených na rekonfigurovateľných rádiových systémoch.
- Rozhranie RAJ3. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom PSCD a rekonfigurovateľným rádiovým systémom JAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných koncovými zariadeniami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAJ4. Toto je rozhranie medzi nerekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom JAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných koncovými zariadeniami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RAJ5. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom MTSS a nerekonfigurovateľným rádiovým systémom JAN WACS. Zakladá sa na normách podporovaných základňovými stanicami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.

- Rozhranie RAJ6. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľnými rádiovými systémami MTSS a JAN WACS. Keďže obidva prvky vychádzajú z rekonfigurovateľných rádiových systémov, nemôže sa toto rozhranie zakladať na existujúcich telekomunikačných normách. Rozhranie je jedným zo stavebných blokov na definovanie kognitívnych bezdrôtových sietí založených na rekonfigurovateľných rádiových systémoch.
- Rozhranie RI1. Toto je rozhranie medzi IAN WACS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS. Toto rozhranie sa použije na prepájanie sietí medzi základňovými stanicami rekonfigurovateľných rádiových systémov a základňovými stanicami nerekonfigurovateľných rádiových systémov v miestnej sieti pri mimoriadnej udalosti. Zakladá sa na normách podporovaných základňovými stanicami nerekonfigurovateľných rádiových systémov.
- Rozhranie RI2. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS a jadrom rekonfigurovateľného rádiového systému. Toto rozhranie sa použije na základňové stanice rekonfigurovateľných rádiových systémov na spoluprácu s jadrovou sieťou rekonfigurovateľných rádiových systémov v miestnej sieti pri mimoriadnej udalosti.
- Rozhranie RJ1. Toto je rozhranie medzi JAN WACS a rekonfigurovateľným rádiovým systémom JAN WACS. Toto rozhranie sa použije na prepájanie sietí medzi základňovými stanicami rekonfigurovateľného rádiového systému a základňovými stanicami nerekonfigurovateľného rádiového systému v infraštruktúrnej sieti.
- Rozhranie RJ2. Toto je rozhranie medzi rekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN WACS a jadrom rekonfigurovateľného rádiového systému IAN. Toto rozhranie sa použije na základňové stanice rekonfigurovateľného rádiového systému na spoluprácu s jadrovou sieťou rekonfigurovateľného rádiového systému v infraštruktúrnej sieti.

POZNÁMKA 2. – Prvok jadrových sietí rekonfigurovateľných rádiových systémov podporujú nerekonfigurovateľné rádiové systémy IAN a JAN prostredníctvom toho istého rozhrania a prostredníctvom noriem definovaných v J2 a I3.

## 6.4 Frekvenčný manažment

### 6.4.1 Súčasný stav politiky frekvenčného spektra pre záchranné systémy

Cieľom tohto článku je predstaviť súčasnú situáciu v politike frekvenčného spektra pre záchranné systémy v Európe.

Všeobecne sa uznáva, že dostupnosti frekvenčného spektra pre komunikácie v mimoriadnych udalostiach by mali regulačné orgány dávať vysokú prioritu. Vnútroštátne a regionálne organizácie záchranných systémov okrem toho nariaďujú stále harmonizované pásmo, ktoré by sa mohlo v časoch katastrof efektívne využívať naprieč národnými hranicami.

Jediným harmonizovaným pásmom pre záchranný systém dostupným európskym používateľom je doteraz pásmo od 380 MHz do 385 MHz a od 390 MHz do 395 MHz, v ktorom je dominantným používateľom úzkopásmová technológia TETRA. V množstve európskych krajín je v súčasnosti toto pásmo tak silne obsadené, že pridať širokopásmové kanály TETRA nie je možné.

Komunita v záchranných systémoch si uvedomuje, že v priebehu pár rokov bude pre svoje pracovné úlohy potrebovať mobilné širokopásmové dáta, tak pre bežnú dennú činnosť ako aj pre závažné udalosti a podporu pri katastrofách.

Ako bolo v minulosti uskutočnené pri systéme TETRA, cieľom je mať harmonizované riešenie; to znamená spoločný výber technológie a harmonizované frekvenčné pásmo.

Pokiaľ ide o technológiu, je logické požadovať od ETSI, aby definovala normu, ako to bolo učené pri systéme TETRA. Zmyslom nie je vytvoriť úplne novú technológiu, ale rozvinúť jestvujúce riešenia pre širokopásmové mobilné dáta, ktoré sa osvedčia pri špecifických požiadavkách

záchranného systému, ako je zabezpečenie, spoľahlivosť, rýchla skupinová komunikácia a iné, opísané v TR 102 745 [i.29], požiadavky používateľov v radoch záchranných zložiek.

Jedným dôležitým aspektom je alokovanie a využívanie rádiového frekvenčného spektra.

Požiadavka na harmonizované frekvenčné pásmo bola objasnená v priebehu roku 2008, v súvislosti s diskusiou o digitálnej dividende, pretože alokovať frekvenčné pásmo pod 1 GHz pre širokopásmové mobilné dáta záchranných zložiek sa javilo ako ideálne riešenie. Orgány manažujúce frekvenčné spektrum majú obavy, či je reálne, aby sa takéto pridelenie udialo. Uprednostňujú alokovanie frekvenčného spektra pre záchranné zložky v iných pásmach.

Pracovná skupina frekvenčného manažmentu CEPT dostala úlohu prísť s návrhom, kde nájsť frekvencie pre využitie PS/PPDR. V skupine CEPT FM, FM38 sa na výsledku pre záchranné zložky intenzívne pracuje. Cieľom je identifikovať harmonizované frekvenčné pásmo pre dátové aplikácie v EÚ.

Prieskum uskutočnený skupinou FM38 začiatkom roka 2009 získal zo sektora pre záchranný systém veľké množstvo odpovedí. Pretože na časť digitálnej dividendy od 800 MHz do 900 MHz je mnoho nárokov, skupina FM38 preskúmala aj ďalšie časti frekvenčného spektra vrátane spektrálnych pásiem využívaných v oblasti obrany. Sektor pre záchranný systém je len malý zlomok celkového prideleného frekvenčného spektra.

Skupina FM38 dostala odporúčanie preskúmať pásmo od 300 MHz do 400 MHz, aby sa videlo, či je možné vytvoriť v tomto pásme priestor, vhodný na využitie v celej Európe. Zaujímavá pointa: toto je pásmo NATO a je otázne, či sú organizácie obrany pripravené na takomto skúmaní spolupracovať? Na stretnutí skupiny frekvenčného manažmentu v júni 2009 nebolo odporúčanie FM38 pre pásmo od 300 MHz do 400 MHz prijaté. Začiatkom roka 2010 sa bude konať pracovný seminár na nájdenie harmonizovaného frekvenčného pásma, kde budú otvorené ešte všetky alternatívy.

Napriek negatívnej spätnej väzbe vo veci digitálnej dividendy bolo urobené rozhodnutie nevzdávať sa prezentovaných nárokov na sektor pre záchranný systém. V politickej agende je interoperabilita a mobilné dátové širokopásmové frekvenčné spektrum. Veľmi dôležité v tejto situácii je odporúčanie na spoluprácu ministerstiev vnútra: odporúčanie na úrovni ministrov EÚ!, ktoré sa sústreďuje na mobilné širokopásmové dáta: výbor ECC sa požiadal, aby hľadal harmonizované frekvenčné pásmo pre širokopásmové dáta; takáto zjavná a vrcholná politická podpora je pri žiadosti o frekvenčné pásma unikátna. Pre ďalšie podrobnosti pozri [i.23].

Interoperabilita je jednou z troch fundamentálnych požiadaviek na služby pre záchranný systém; ostatné dve sú špeciálne požiadavky používateľov, ako sú spoľahlivosť, dostupnosť a potreba konkurencie.

Pri hľadaní účinnejšieho využívania frekvenčného spektra uvažujú v súčasnosti vážne európski regulátori o predstave platformy bezdrôtového prístupu pre elektronické komunikačné služby WAPECS. Koncepcia WAPECS je definovaná ako rámec na poskytovanie elektronických komunikačných služieb ECS v súbore frekvenčných pásiem, ktoré budú definované a odsúhlasené medzi členskými štátmi Európskej únie, v ktorých sa môže ponúkať sortiment ECS na neutrálnej báze z hľadiska technológií a služieb, za predpokladu, že budú splnené určité technické požiadavky, aby sa zabránilo interferenciám, zabezpečilo efektívne a účinné využitie frekvenčného spektra a povoloňacie podmienky nenarušili hospodársku súťaž. Skupina EÚ pre politiku rádiového frekvenčného spektra RSPG uznala, že využívanie pásiem službami, ktoré sa venujú špecifickým úlohám vo všeobecnom záujme, napríklad služba všeobecného hospodárskeho záujmu, služby so zárukou bezpečnosti atď. si vyžadujú zvláštny zreteľ. Členské štáty môžu mať povinnosť splniť určité povinnosti vo vzťahu k takýmto službám, dokonca aj keď patria do rozsahu pôsobnosti WAPECS a ochrániť pre ne určité frekvenčné spektrum.

## 6.4.2 Dynamické frekvenčné manažovanie

### 6.4.2.1 Úvod

Jedným z obmedzení súčasného režimu alokovania frekvenčného spektra založeného na pevných blokoch spektra je to, že v určitých geografických oblastiach sú použité časti alokovaného frekvenčného spektra a že sú určité časti prideleného frekvenčného spektra, ktoré sa využívajú len v krátkych časových obdobiach. Štúdie ukázali, že ak by sa využilo toto nevyužitú frekvenčné spektrum, mohlo by sa dosiahnuť rádové zvýšenie kapacity [i.8].

Pri pevnom manažovaní je frekvenčné spektrum rozdelené do frekvenčných pásiem, v ktorých sú určitým používateľom povolené špecifické kanály na konkrétne služby. Tieto frekvenčné pásma podliehajú explicitným pravidlám využitia, ktoré riadia určenú službu VF, alebo druh prenosu.

Dynamické frekvenčné manažovanie je súbor techník pre spoločné využívanie rádiového frekvenčného spektra medzi viacerými používateľmi ako funkcia času, priestoru a kontextu.

V porovnaní s pevným frekvenčným manažovaním predstavuje dynamické frekvenčné manažovanie prinajmenšom tieto potenciálne výhody a nevýhody:

#### Výhody:

- potenciál na zlepšenie celkového využitia frekvenčného spektra;
- vyššia flexibilita v prispôbovaní dostupnosti frekvenčného spektra potrebám používateľov.

#### Nevýhody:

- zložitejšie využívanie systémov
- náročné regulačné a manažérske prostredie
- zvýšené riziko rádiového rušenia.

Sú rozličné spôsoby frekvenčného manažovania:

- **podkrytie** (angl. **underlay**), kde kvôli zabráneniu rušeniu s primárnou službou je intenzita signálu pod výkonovou medzou pre špecifické vysielanie; príkladom je Ultra Wideband;
- **prekrytie** (angl. **overlay**), kde je využívanie frekvenčného spektra dynamicky realokované oportunistickým alebo kooperatívnym spôsobom;
- **rovnaké práva** (angl. **equal rights**), kde sa na využívaní frekvenčného spektra podieľajú rozličné bezdrôtové služby s rovnakými právami.

Pri integrovanom záchrannom systéme sa ideme zamerať na spôsob overlay, pretože underlay má prísne obmedzenia v rozsahu a šírke pásma.

Overlay môže byť:

- oportunistický: frekvenčné spektrum sa použije vždy, keď ho držiteľ licencie nevyužíva;
- kooperatívny: frekvencie sú alokované centrálnou na základe aktuálnej dohody s držiteľom licencie;
- zmiešaný: ak je to možné, spoločné využívanie je kooperatívne, a oportunistické v ostatných prípadoch.

Pri rekonfigurovateľných rádiových systémoch je vysoký stupeň svojej rekonfigurovateľnosti a nenáročnosť programovania faktorom, ktorý technologicky umožňuje kognitívne rádio. Kognitívne

rádio je rádiová alebo bezdrôtová komunikácia, ktorá je spôsobilá dynamicky meniť charakteristiky svojho vysielania alebo príjmu, využívajúc informácie zozbierané alebo zosnímané z vonkajšieho prostredia. Rozvinutá flexibilita, rekonfigurovateľnosť, aspekty učenia sa a uvedomovania si kognitívneho rádia implementované v technológiách založených na rekonfigurovateľných rádiových systémoch môžu komunikačným systémom výrazne pomôcť záchranným zložkám integrovaného záchranného systému. Pre dynamické frekvenčné manažovanie sú systémy kognitívneho rádia nenahraditeľné.

Sieť založená na prekryvaní frekvenčného spektra vyžaduje vyšší výpočtový výkon a väčšiu zložitosť od svojich súčastí vrátane základňových staníc, koncových zariadení a prepínačov. Na druhej strane by siete dokázali využívať kognitívne spôsobilosti rádia na dosiahnutie nových úrovní flexibility a rekonfigurovateľnosti, ktoré môžu poskytnúť dôležité výhody nielen vo vzťahu k zlepšeniu spektrálnej účinnosti, ale aj vzhľadom na celkovú spoľahlivosť a spôsobilosť bezdrôtového komunikačného systému.

Príklad: Na podporu prevádzkových postupov pre respondentov polície by sa mohli do kognitívnych rádii implementovať špecifické kooperačné algoritmy.

Kognitívne rádiá sa môžu využívať aj pri realizácii mobilných príležitostných sietí na podporu riešení miestnych kríz pri mimoriadnych udalostiach.

#### **6.4.2.2 Návrh dynamického frekvenčného manažovania pre integrovaný záchranný systém**

Na umožnenie dynamického frekvenčného manažovania sú v kognitívnych rádiových sieťach tieto poznávacie úlohy: snímanie frekvenčného spektra, rozhodnutie o frekvenčnom spektre, spoločné využívanie frekvenčného spektra a mobilita frekvenčného spektra.

Na vykonávanie týchto úloh môžu kognitívne rádiá vyžadovať aj výmeny riadiacich správ na zlepšenie presnosti snímania frekvenčného spektra, zníženie rušenia, zvýšenie kapacity siete a celkovej odolnosti siete.

Časť o dynamickom frekvenčnom manažovaní v TR 102 682 [i.25] (od článku 6.2) opisuje povinnosti a funkcie DSM definované pre komerčnú oblasť.

Niektoré z opísaných myšlienok sa s menšími zmenami môžu aplikovať v oblasti záchranných systémov.

Hlavné povinnosti DSM sú:

- a) Poznanie politík pre pridelovanie frekvenčného spektra. Tieto politiky zahŕňajú regulačný rámec pre využitie frekvenčného spektra. V oblasti záchranných systémov je to dodatočný faktor, že politiky môžu byť naprieč národnými hranicami rozdielne, pretože pridelovanie frekvenčného spektra nie je jednotné.
- b) Poznanie aktuálneho frekvenčného pridelovania. DSM by malo poznať súčasnú alokáciu a využívanie pásiem frekvenčného spektra. Otázkou v oblasti záchranných systémov je to, aká rozsiahla bude oblasť, kde by DSM malo mať toto poznanie. S odkazom na článok 6.3 táto oblasť môže byť IAN, JAN alebo EAN. Čím je táto oblasť širšia, tým ťažšie je túto povinnosť preukázať. Odporúčaním je v prvej fáze rozmiestňovania obmedziť toto poznanie DSM na IAN.
- c) Zabezpečenie rámca frekvenčného spektra, dostupného objemu frekvenčného spektra, pre technológie RAT, založené na vyhodnocovaní obsadenia frekvenčného spektra a charakteristík na systémovej úrovni. Oblasť záchranných systémov má v porovnaní s komerčnou oblasťou obmedzený počet potenciálnych RAT a jednou z nich bude TETRA.
- d) Poznanie dostupných pásiem frekvenčného spektra na podnikanie. V tomto prípade môžu mať organizácie pre ochranu obyvateľstva vyššiu právomoc a prioritu využívať pásma



frekvenčného spektra v situáciách mimoriadnych udalostí ako komerční prevádzkovatelia (pozri prístup v dvoch vrstvách opísaný v článku 6.4.2.3). Pásmo frekvenčného spektra využívané obranou nemôžu byť dostupné v nijakých podmienkach.

- e) Spôsobilosť vymieňať dostupné pásma frekvenčného spektra s inými prípadmi DSM napríklad patriacimi ďalším prevádzkovateľom. V oblasti záchranných systémov môže sa tento výraz rozšíriť tak, aby zahŕňal organizácie pre ochranu obyvateľstva zodpovedné za sieť alebo pásmo frekvenčného spektra alebo prevádzkovateľov v komerčnej oblasti. Významnou otázkou je, či regulátori dovoľia vymieňanie dostupného frekvenčného spektra medzi organizáciami pre ochranu obyvateľstva a komerčnými prevádzkovateľmi. Ak to aj bude umožnené, ďalšou úlohou je to, ako zabezpečiť spôsobilosť manažovania prostriedkov na výmenu pásiem frekvenčného spektra medzi sieťami v oblasti záchranných systémov a sieťami v komerčnej oblasti.

Predpokladané funkcie, ktoré sú v súlade s vyššie uvedenými povinnosťami DSM, ešte s odkazom na TR 102 682 [i.25] zahŕňajú:

- (i) entitu zhromažďovania meraní, zodpovednú za zber meraní z rozličných uzlov (t.j. koncových zariadení a buniek) a existujúcu v heterogénnom prostredí;
- (ii) entitu spúšťačieho mechanizmu DSM, zodpovednú za detekciu relevantných zmien v rozložení prevádzky a stanovenie okamihu, keď by sa mal vykonať algoritmus alokácie, a nakoniec
- (iii) entitu pridelovania frekvenčného spektra, zodpovednú za rozhodnutie o rámci frekvenčného spektra, ktorý sa má navrhnúť pre rozličné RAT počas procesu rekonfigurácie.

Každá z týchto povinností vyžaduje návrh a implementovanie sofistikovaných spôsobilostí. Hlavnou je spôsobilosť výmeny radiacích správ DSM, nazývaných aj kognitívne radiacie správy.

Pre vysoko dynamický charakter bezdrôtových sietí kognitívneho rádia má návrh najlepšieho mechanizmu na výmenu radiacích správ významné úlohy. Jednou úlohou je, že uzly kognitívneho rádia, ktoré práve vstupujú do siete, majú obmedzené poznanie prostredia a musia si vymieňať veľké množstvo radiacích správ, aby primerane fungovali. Ďalšou úlohou je to, že uzly bezdrôtovej siete si potrebujú vymieňať radiacie správy, ak majú používatelia vysokú mobilitu alebo sa okolité rádiové prostredie často mení.

Ak je sieť geograficky rozsiahla, sú radiacie správy vysielané so stredným alebo dlhým vysielacím rozsahom. Táto požiadavka môže byť v rozpore s potrebou energetickej účinnosti, t.j. nízka spotreba batérií, a nízkym rušením prevádzkových kanálov.

Sú možné dve voľby:

- bezdrôtová sieť implementuje samoorganizačný program na alokovanie zdrojov frekvenčného spektra alebo na prispôbovanie charakteristík vysielania/príjmu;
- použije sa preddefinovaný radiaci kanál na vysielanie radiacích správ medzi uzlami bezdrôtovej siete.

Prvá voľba samoorganizačných programov je skúmaná a prezentovaná v množstve výskumných prác.

Schéma distribuovanej koordinácie bola prezentovaná v [i.9]. V [i.10] formulovali autori úlohu alokácie frekvenčného spektra ako grafický viacfarebný problém. Navrhli protokol, ktorý na maximalizovanie priepustnosti siete využíva algoritmus distribuovaných miestnych prijateľných zmlúv. V [i.11] autori navrhujú program frekvenčného manažovania, v ktorom používatelia sledujú miestne vzory rušenia a konajú nezávisle podľa súboru pravidiel, ktoré definujú vzťah medzi výkonnosťou a zložitou. Programy samoorganizovania nemôžu reagovať dostatočne včas, ak sa prostredie rádiového frekvenčného spektra alebo sieť často mení.

Druhá voľba vyžaduje definovanie riadiaceho kanála, kde si môžu uzly kognitívneho rádia vymieňať riadiace správy.

Ako bolo opísané v článku 6.2, skupina TC RRS WG3 skúma aplikovanie pilotného kanála, ktorý je jedným kanálom alebo skupinou kanálov vyhradených na prenos riadiacich správ.

Riadiace kanály môžu zlepšiť koordináciu kognitívnej rádiovkej siete, sú tu ale kompromisy a úlohy. Je to napríklad problém saturácie riadiaceho kanála opísaný v [i.12].

Návrh vyhradeného riadiaceho kanála sa môže zhruba rozčleniť do dvoch hlavných kategórií: vnútropásmový riadiaci kanál a mimopásmový riadiaci kanál.

V návrhu vnútropásmového riadiaceho kanála sa odosielanie riadiacich správ odohráva v licencovaných kanáloch využívaných na prenos dát jestvujúcej technológie RAT. Napríklad: dátové kanály TETRA by sa mohli využiť na zabezpečenie vnútropásmového riadiaceho kanála.

V návrhu mimopásmového riadiaceho kanála sa odosielanie riadiacich správ odohráva v samostatnom kanáli, ktorý sa neprekrýva s nelicencovanými kanálmi. Môže tu vzniknúť potreba alokovať separátne pásmo frekvenčného spektra z jestvujúcich licencovaných pásiem.

Mimopásmový riadiaci kanál je ľahšie zaviesť, ale znižuje dostupnú šírku pásma na prevádzku. Frekvenčný manažment by okrem toho mal zaručovať alokovanie frekvenčného pásma pre riadiaci kanál. Toto je obzvlášť náročné v Európe, kde je už ťažko harmonizovať pásma využívané agentúrami pre záchranné systémy medzi rozličnými národmi.

Snaha o vnútropásmový riadiaci kanál prináša nižšie náklady a nepotrebuje samostatné frekvenčné pásmo.

Návrh pilotných kanálov môže v rozličných fázach využívať aj obidva prístupy. Projekt E2R (článok 4.2.2) využíva pre pilotný kanál hybridný prístup, kde je mimopásmový kanál použitý v začiatkovej fáze, zatiaľ čo vnútropásmový kanál sa používa v ďalších etapách.

Ak je riadiaci kanál navrhovaný pre využitie rekonfigurovateľných rádiových systémov a kognitívneho rádia pre integrovaný záchranný systém, WG4 by mala preskúmať vnútropásmový, mimopásmový alebo hybridný prístup pre pilotný kanál.

Návrh dynamického manažmentu frekvenčného spektra kognitívneho rádia pre integrovaný záchranný systém má zvažovať prinajmenšom tieto požiadavky:

- 1) Dostupnosť komunikačných služieb vrátane riadiaceho kanála alebo výmeny riadiacich správ. Používatelia zo zložiek integrovaného záchranného systému požadujú v porovnaní s komerčnými sieťami vyššiu úroveň dostupnosti.
- 2) Čas zostavenia volania alebo čas zostavenia spojenia pri aktivácii služby. Komunikačné systémy pre integrovaný záchranný systém majú na maximálny čas potrebný na zostavenie volania alebo aktivovanie konkrétnej komunikačnej služby špecifické požiadavky.
- 3) Interoperabilita s dedičnými systémami. Tiesňová situácia môže znamenať zapojenie rozmanitých komunikačných systémov vrátane dedičných sietí alebo koncových zariadení, ktoré nebudú mať spôsobilosti kognitívneho rádia. Návrh kognitívnych sietí pre integrovaný záchranný systém má uvažovať aj s týmto aspektom.

- 4) Dostupnosť pásiem pre riadiace kanály. Súčasná situácia je taká, že dostupné pásma nie sú dokonca ani pre dátovú prevádzku, širokopásmovú konektivitu.

### 6.4.2.3 Prístup v dvoch vrstvách DSM pre integrovaný záchranný systém

Výskum ešte nepotvrdil, že DSM môže spĺňať požiadavky pre integrovaný záchranný systém. V tejto oblasti treba ďalšie skúmanie. Doposiaľ ešte nebola dostatočne overená použiteľnosť dynamického alokovania frekvenčného spektra v komunikáciách pre integrovaný záchranný systém s ich špecifickými požiadavkami týkajúcimi sa dostupnosti, prístupového času, spoľahlivosti atď. Ešte sa musia prekonať niektoré technické prekážky, ako napríklad problém skrytých uzlov.

Je preto pravdepodobné, že pri vývojovom prístupe budú koncepcie kognitívneho rádia spočiatku využívané na iné, menej zložité funkcie, ako napríklad zlepšovanie pokrytia oblasti pre integrovaný záchranný systém.

Predbežný návrh na aplikovanie CR a DSM v integrovanom záchrannom systéme by sa mohol založiť na prístupe v dvoch vrstvách.

- Statické alokovanie frekvenčného spektra sa využije pre základné služby, ako hlasové komunikácie a dátové komunikácie nízkou rýchlosťou a odosielanie správ.
- Dynamické alokovanie frekvenčného spektra sa využije skôr na zabezpečenie širokopásmovej konektivity. Dynamické alokovanie frekvenčného spektra sa môže zakladať na myšlienke spoločného využívania frekvenčného spektra s komerčnými poskytovateľmi. V prípade tiesňových situácií.



**Obrázok 3 – Prístup v dvoch vrstvách pri frekvenčnom manažovaní v integrovanom záchrannom systéme**

Dynamické alokovanie frekvenčného spektra sa môže zakladať na myšlienke spoločného využívania frekvenčného spektra s komerčnými poskytovateľmi. V prípade tiesňových situácií vypnú komerční poskytovatelia svoje komunikačné systémy a uvoľnia svoje pásma frekvenčného spektra. Uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov v integrovanom záchrannom systéme budú počas trvania kríz pri mimoriadnych udalostiach spôsobilé komunikovať a vysielat' v týchto pásmach frekvenčného spektra.

Pri tomto prístupe vzniká množstvo otázok:

- Niektoré organizácie pre ochranu obyvateľstva môžu považovať základné služby za vysokorýchlostné dátové služby, preto by boli pre ich aktivity nenahraditeľné.

- Kto bude garantovať, že komerční poskytovatelia v prípade tiesňovej situácie okamžite vypnú svoje siete? Existuje riziko, že niektorí komerční poskytovatelia budú v spoločne využívaných pásmach frekvenčného spektra stále vysielat' a spôsobovat' rušenie v komunikácii rekonfigurovateľných rádiových systémov pre políciu.
- Telekomunikácie v tiesňových situáciách, ako sú opísané v dokumentoch TR vytváraných v ETSI EMTEL (pozri článok 4.1.4) ukazujú, že v krízach pri mimoriadnych udalostiach sú komerčné siete stále potrebné na upozorňovanie obyvateľstva prostredníctvom vysielacích komunikácií a správ. Komerčné siete ako GSM/UMTS využívajú aj dobrovoľnícke organizácie.
- Príležitostné kognitívne rádiové siete stále predstavujú mnoho technických problémov, ktoré sa majú riešiť, aby sa potvrdili spoľahlivostné a časové požiadavky opísané v dokumente TR 102 745 [i.29].

### **6.4.3 Architektúry pre dynamické frekvenčné manažovanie**

Nasledujúce architektúry poskytujú alternatívy pre návrh DSM v integrovanom záchrannom systéme.

Každá architektúra bude porovnaná s funkčnou architektúrou a rozhraniami opísanými v článku 6.3.

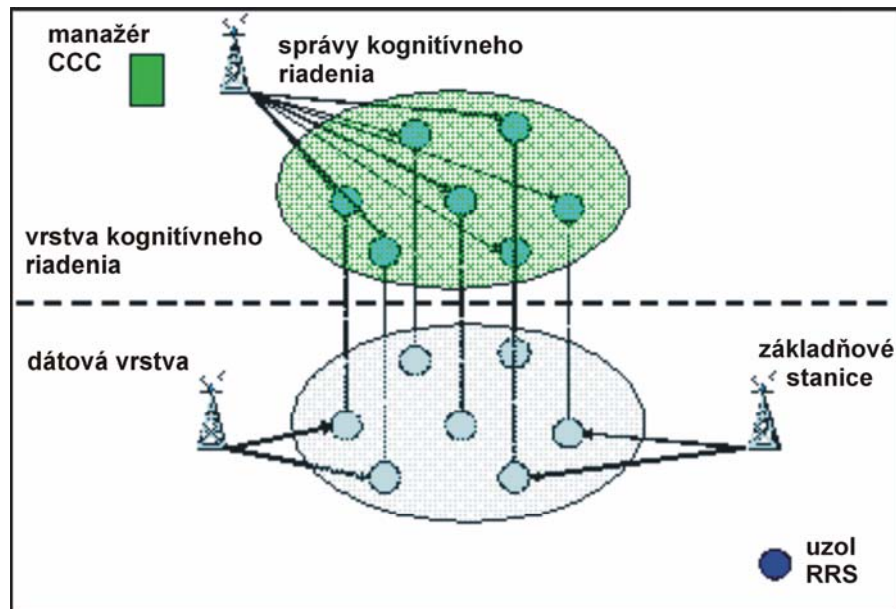
Tento článok opätovne využíva niektoré z koncepcií opísaných v TR 102 683 [i.24] – pilotný kanál (pozri článok 6.2).

V poslednom článku je každá architektúra porovnaná s požiadavkami definovanými v TR 102 745 [i.29].

#### **6.4.3.1 Centralizovaná architektúra, mimopásmový kanál**

V tejto architektúre sa na definovanie pásiem frekvenčného spektra, ktoré využívajú základňové stanice a koncové zariadenie v sieti, používa jediný manažér kognitívneho riadenia. Manažér kognitívneho riadenia je zodpovedný za odosielanie správ o kognitívnom riadení do základňových staníc v kognitívnej rádiovj sieti.

Táto architektúra je zobrazená na obrázku 4.



**Obrázok 4 – Centralizovaná mimopásmová architektúra**

Mimopásmový kanál sa používa na distribuovanie správ kognitívneho riadenia.

Alokovanie pásiem frekvenčného spektra sa môže pre konkrétny scenár zakladať na:

- 1) Dopredu definovanom pridelení odsúhlasenom medzi regulátormi organizácií pre ochranu obyvateľstva a pre prípadných komerčných prevádzkovateľov.
- 2) Poznanie politik pridelovania frekvenčného spektra.
- 3) Poznanie súčasných pridelení frekvenčného spektra v oblasti.
- 4) Poznanie súčasných licencovaných sietí alebo služieb typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti.

V prípadoch 3 a 4 je pilotný kanál CPC dvojsmerný a môže sa uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov využívať na zosnímanie využitia frekvenčného spektra v oblasti a poskytnutie spätnej informácie pre CCM.

V tejto architektúre nemôžu uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov ľubovoľne rozhodnúť o využití frekvenčného spektra, kým sa neprispôbia správam prijatým prostredníctvom CCM cez CPC, ak už nie sú navzdory politikám frekvenčného spektra definované (pozri článok 6.5).

Prípád 4 opísaný vyššie je zaradený preto, aby nedošlo ku generovaniu rádiového rušenia typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov s licencovanými sieťami nerekonfigurovateľných rádiových systémov prevádzkovaných v scenári.

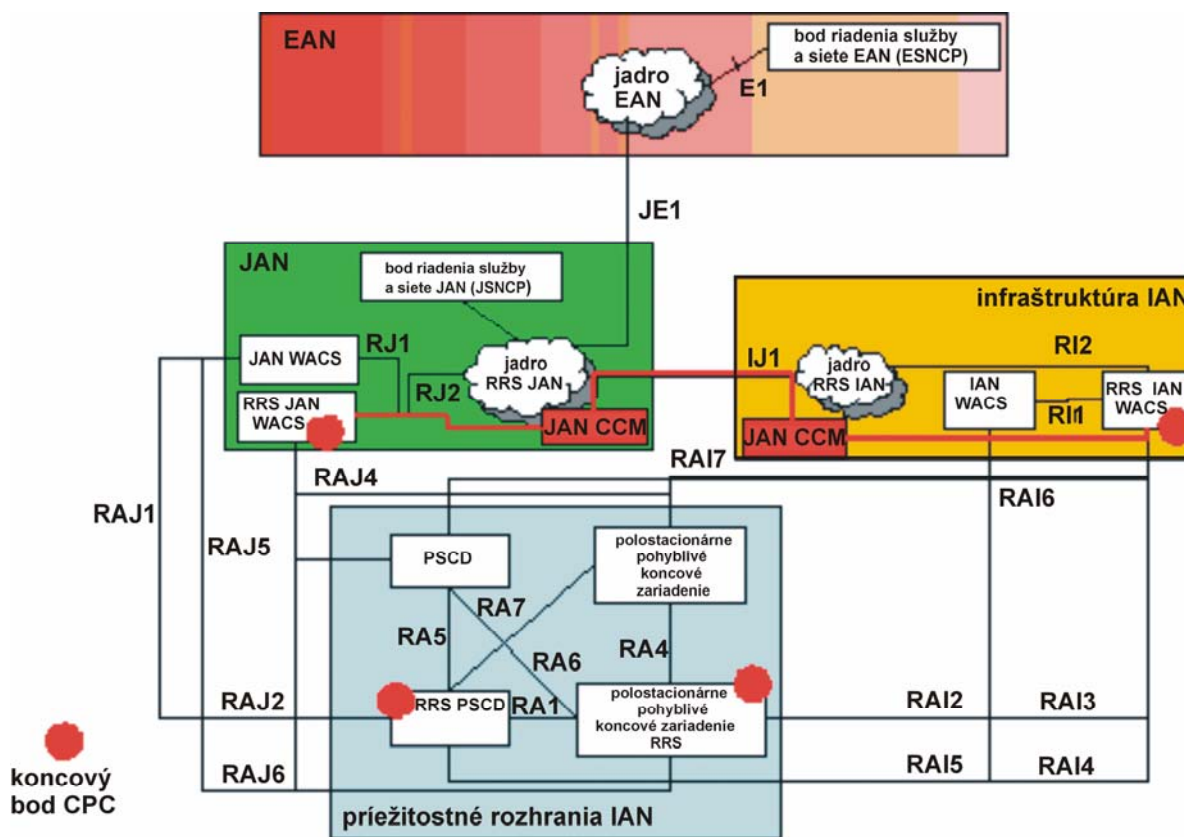
Licencované siete pre integrovaný záchranný systém typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov môžu byť:

- siete integrovaného záchranného systému nerekonfigurovateľných rádiových systémov (ako analógové PMR);
- komerčné siete nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ktoré sú počas scenára ešte v prevádzke; napríklad na vysielanie tiesňových správ ľuďom;
- vojenské siete.

V tejto architektúre prijímú uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov, ako sú koncové zariadenia alebo základňové stanice, nasledujúci prevádzkový postup (podobný tomu, čo je opísané v TR 102 683 [i.24]):

- 1) CCM vyšle informáciu o dostupných pásmach frekvenčného spektra cez CPC do všetkých uzlov rekonfigurovateľných rádiových systémov (PSCD, MTSS, RRS IAN WACS, RRS JAN WACS) v oblasti.
- 2) Uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov zistia CPC.
- 3) Uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov prijímú informáciu o dostupných pásmach frekvenčného spektra cez CPC. Prijatá informácia sa skontroluje (pozri článok 6).
- 4) Uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov začnú komunikovať s inými sieťami rekonfigurovateľných rádiových systémov a nerekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti.
- 5) ak je CPC dvojsmerný, uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov uskutočnia zosnímanie frekvenčného spektra v oblasti a poskytnú spätnoväzbovú informáciu do CCM cez CPC.
- 6) Na základe prijatej informácie môže CCM aktualizovať informácie o dostupných pásmach frekvenčného spektra.

Na obrázku 5 sa prezentuje táto architektúra vo vzťahu k celkovej funkčnej architektúre a rozhraniam opísaným v článku 6.3.



Obrázok 5 – CCM a koncové body CPC

Hlavný CCM je na úrovni JAN. Ak sú v prevádzkovom scenári siete IAN, každá IAN má špecifický CCM, ktorý je podriadený JAN CCM. V tejto architektúre nie je zahrnutý EAN CCM, pretože

rozšírená komunikačná sieť môže pokrývať veľmi rozsiahle geografické oblasti a bolo by ťažko organizovať kompletne alokovanie frekvenčného spektra.

Koncové body CPC sú umiestnené vo všetkých uzloch rekonfigurovateľných rádiových systémov (PSCD, MTSS, JAN WACS a IAN WACS). Koncový bod CPC v rekonfigurovateľnom rádiovom systéme IAN WACS je spojený s IAN CCM cez rozhranie RI2. Koncový bod CPC v rekonfigurovateľnom rádiovom systéme JAN WACS je spojený s JAN CCM cez rozhranie RJ2.

IAN CCM sú spojené s JAN CCM cez rozhranie IJ1.

CPC je zahrnutý v definícii všetkých rádiových rozhraní medzi uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov: RA1, RAI3, RAI4, RAJ2 a RAJ6.

V tomto článku sú prítomné len dátová vrstva a vrstva kognitívneho riadenia. Môžu byť prítomné aj ďalšie vrstvy, napríklad organizačná vrstva alebo bezpečnostná vrstva.

Táto architektúra má výhodu v zjednodušení vývoja a aplikácie kognitívnej rádiovéj siete, ale má nevýhodu v zavedení jediného bodu poruchy, ktorý predstavuje CCM. Okrem toho sa CCM môže stať prekážkou z hľadiska výkonnosti.

V tejto architektúre sa používa mimopásmový CPC. Návrh mimopásmového CPC by mal vziať do úvahy požiadavky na odolnosť definované v TR 102 745 [i.29].

Mimopásmový CPC by napríklad mal využívať viac ako jedno frekvenčné pásmo na zvýšenie odolnosti voči útokom typu úmyselného preťaženia.

Otázkou je definovanie pásma frekvenčného spektra regulátormi pre mimopásmový CPC. Identifikované pásmo by sa malo harmonizovať vo všetkých európskych krajinách.

Objem dát vymieňaný v CPC je úmerný dynamike prevádzkového scenára a množstvu používateľov, ale v tejto centralizovanej architektúre by bol relatívne malý. Preto môže byť frekvenčné pásmo CPC pomerne úzke.

Odhad maximálneho rozsahu prevádzky v pracovnom scenári pre integrovaný záchranný systém by mohol byť jednou z aktivít normalizačného úsilia pri definovaní CPC.

Obmenou centralizovanej architektúry je hierarchická architektúra, kde je rozsiahla sieť alebo prevádzkový kontext rozčlenený do skupín. Rozsiahla sieť JAN sa môže napríklad rozdeliť do menších sietí JAN alebo IAN. Táto architektúra poskytuje výhodu zmenšovania objemu dát CPC, ktoré sa majú v sieti vymieňať.

#### **6.4.3.2 Centralizovaná architektúra, vnútro-pásmový kanál**

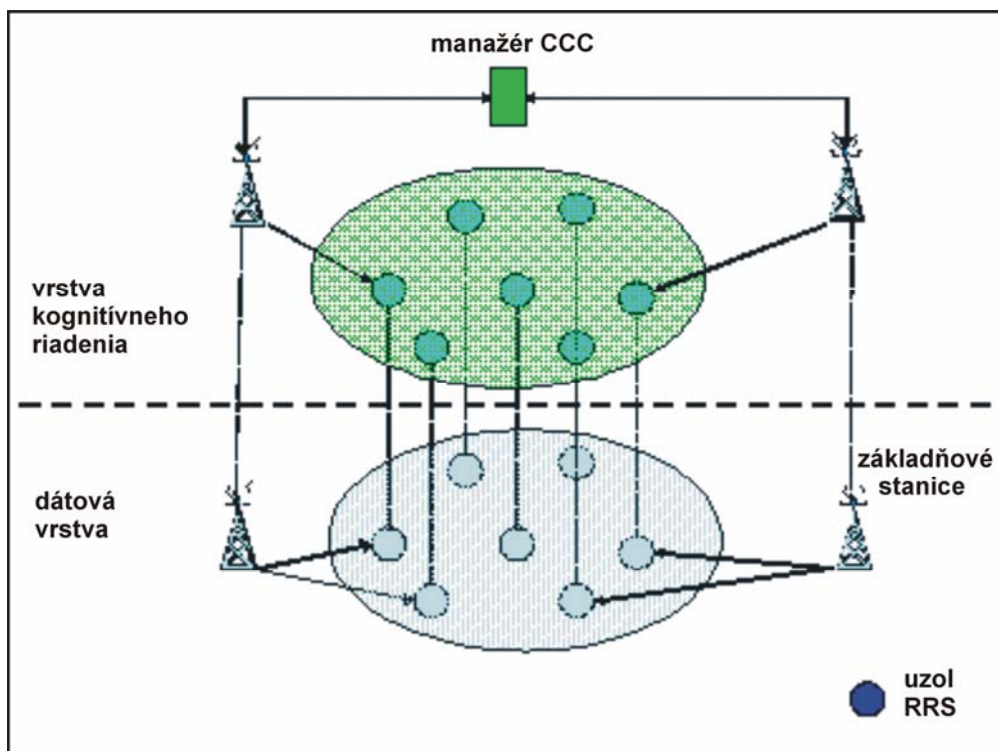
Ako v predchádzajúcej architektúre, na definovanie pásiem frekvenčného spektra, ktoré využívajú základňové stanice a koncové zariadenia v sieti, sa používa jediný manažér kognitívneho riadenia. Manažér kognitívneho riadenia je zodpovedný za odosielanie správ o kognitívnom riadení do základňových staníc kognitívnej rádiovéj siete.

V tejto architektúre sa používa vnútro-pásmový kanál. Pri vnútro-pásmovom riešení je CPC implementovaný s využitím špecifických kanálov jestvujúcej technológie rádiového prístupu. Vnútro-pásmový CPC môže zabezpečovať prenos informácií smerom dole, aj smerom hore.

Vzhľadom na výrazné rozšírenie komunikačných sietí TETRA v integrovanom záchrannom systéme je najlogickejším riešením, že CPC je implementovaný využitím dátového kanála TETRA. Kde nie sú siete TETRA dostupné, mohli by sa použiť iné digitálne PMR ako TETRAPOL alebo APCO 25.

Výhodou v porovnaní s predchádzajúcou architektúrou je to, že nie je potrebný nijaký dodatočný kanál a alokovanie frekvenčného spektra. Na druhej strane je definované a implementované medzi sieťami rekonfigurovateľných rádiových systémov a TETRA dodatočné rozhranie.

Táto architektúra je zobrazená na obrázku 6.



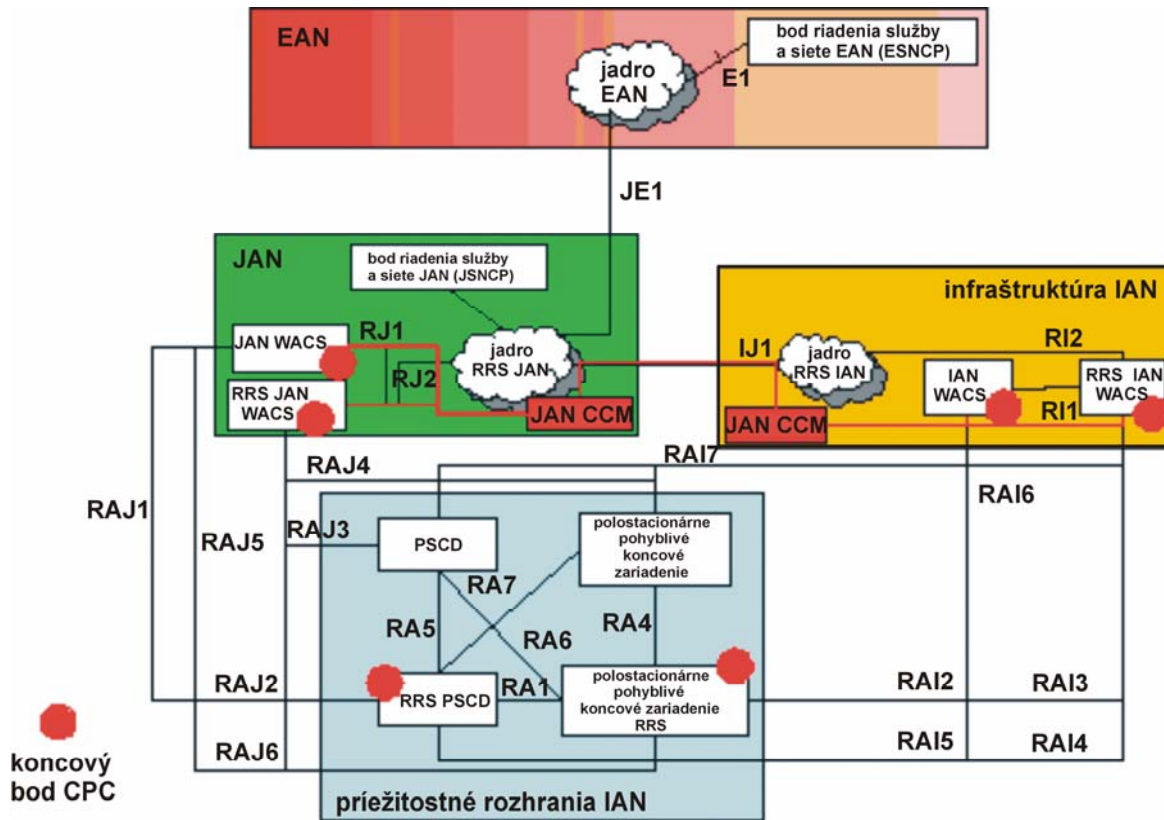
**Obrázok 6 – Centralizovaná vnútropásmová architektúra**

Základňové stanice na obrázkoch 7 a 8 môžu byť základňové stanice TETRA alebo základňové stanice rekonfigurovateľných rádiových systémov, ktoré vyhovujú norme TETRA na implementovanie CPC prostredníctvom TETRA.

Väčšina úvah, ktoré boli prezentované v článku 6.4.3.2, môže sa aplikovať aj na túto architektúru vrátane alokovania pásiem frekvenčného spektra a prevádzkového postupu.

Zobrazenie tejto architektúry vo vzťahu k celkovej funkčnej architektúre a rozhraniám opísaným v článku 6.3 je trochu odlišné od toho, čo je prezentované v článku 6.4.3.2.





Obrázok 7 – CCM a koncové body CPC

Hlavný CCM je na úrovni JAN. Ak sú v prevádzkovom scenári siete IAN, každá IAN má špecifický CCM, ktorý je podriadený JAN CCM. V tejto architektúre nie je zahrnutý EAN CCM, pretože rozšírená komunikačná sieť môže pokrývať veľmi rozsiahle geografické oblasti a bolo by ťažko organizovať kompletne alokovanie frekvenčného spektra.

Koncové body CPC sú umiestnené vo všetkých uzloch rekonfigurovateľných rádiových systémov (PSCD, MTSS, JAN WACS a IAN WACS), ale aj v základňových stanicach typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov (JAN WACS a IAN WACS), ktoré sa používajú na prenos dát CPC. Koncový bod CPC v rekonfigurovateľných rádiových systémoch IAN WACS je spojený s IAN CCM cez rozhranie RI2. Koncový bod CPC v nerekonfigurovateľných rádiových systémoch IAN WACS je spojený s nerekonfigurovateľným rádiovým systémom IAN CCM cez rozhranie RI1. Koncový bod CPC v rekonfigurovateľných rádiových systémoch JAN WACS je spojený s JAN CCM cez rozhranie RJ2. Koncový bod CPC v rekonfigurovateľných rádiových systémoch JAN WACS je spojený s JAN CCM cez rozhranie RJ1.

IAN CCM sú spojené s JAN CCM cez rozhranie IJ1.

CPC je zahrnutý v definícii všetkých rádiových rozhraní medzi uzlami rekonfigurovateľných rádiových systémov a základňovými stanicami typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov: RA1, RAI2, RAI3, RAI4, RAI5, RAJ1, RAJ2, RAJ5 a RAJ6.

Implementovanie vnútropásmového CPC by nevyžadovalo modifikáciu koncových zariadení nerekonfigurovateľných rádiových systémov alebo ďalších základňových staníc nerekonfigurovateľných rádiových systémov, ktoré nie sú použité na prenos kanála CPC. Zavedenie CPC by vyžadovalo len minimálne modifikácie koncových zariadení rekonfigurovateľných rádiových systémov a základňových staníc. Toto je jeden problém, ktorý treba preskúmať a vyriešiť s normalizačnou organizáciou TETRA, alebo ďalšími organizáciami pre digitálne PMR ako je TETRAPOL, alebo APCO25.

V tomto článku sú prítomné len dátová vrstva a vrstva kognitívneho riadenia. Môžu byť prítomné aj ďalšie vrstvy ako sú organizačná vrstva alebo bezpečnostná vrstva.

### 6.4.3.3 Decentralizovaná architektúra

V tejto architektúre nie je jediný manažér kognitívneho riadenia. Každý uzol je zodpovedný za odosielanie správ kognitívneho riadenia a definovanie najlepšej politiky frekvenčného manažmentu. Môže sa použiť vnútropásmový kanál, napríklad dátový kanál TETRA, alebo mimopásmový kanál.

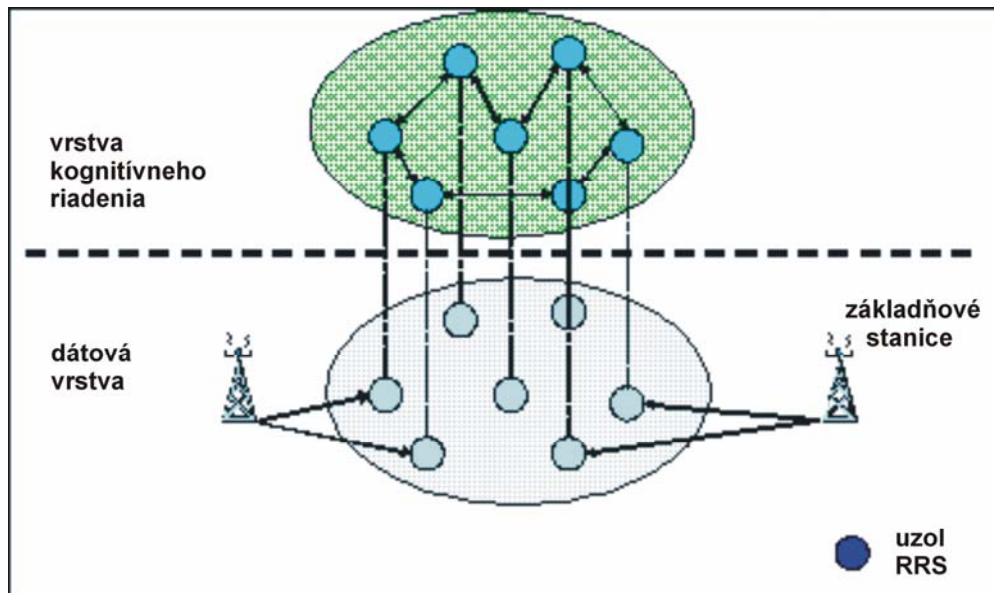
Táto architektúra dáva viac voľnosti na definovanie a rozmiestňovanie kognitívnej rádiovkej siete. Nie je závislá od existujúcej infraštruktúry základňových staníc.

Architektúra je založená na kooperatívnom, alebo kolaboratívnom správaní, kde každý uzol rekonfigurovateľného rádiového systému zvažuje vplyv komunikácie uzla na iné uzly. Inými slovami, spektrálne merania každého uzla sú spoločne využívané medzi ďalšími uzlami.

Tento typ architektúry sa môže použiť, keď infraštruktúra existujúcej siete chýba a môže sa zriadiť len príležitostná sieť IAN. Toto je typický prípad prírodnej katastrofy opísanej v TR 102 745 [i.29].

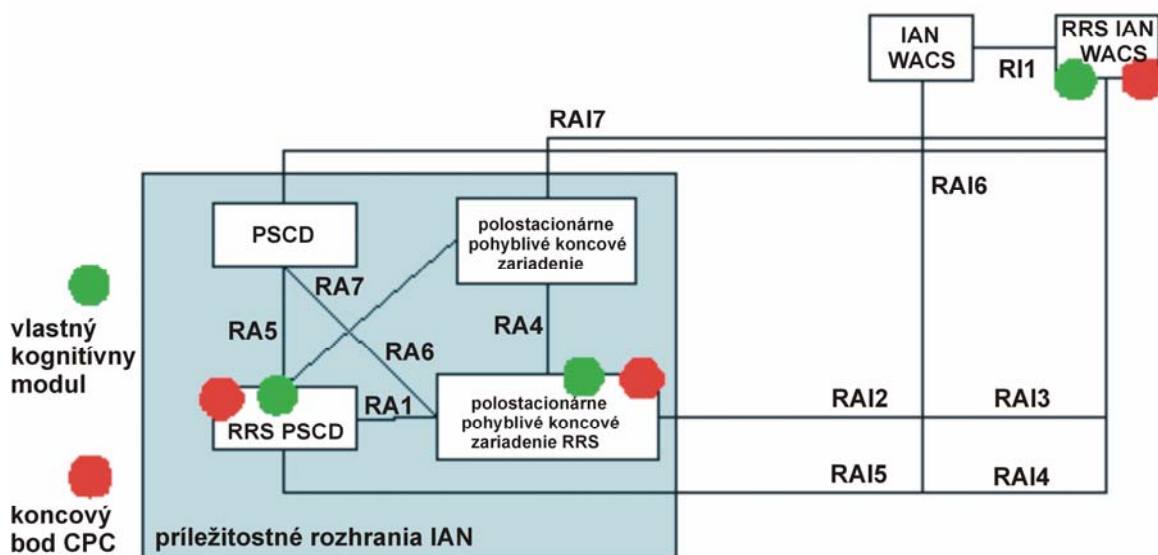
Decentralizovaná architektúra nastoľuje početné výzvy v porovnaní s centralizovanou architektúrou predstavenou v článkoch 6.4.3.1 a 6.4.3.2:

- v porovnaní s centralizovanou architektúrou smeruje decentralizovaná architektúra veľmi pomaly k identifikovaniu korektného alokovania pásiem frekvenčného spektra; následkom toho nemôže táto architektúra potvrdiť časové požiadavky definované v TR 102 745 [i.29];
- táto architektúra môže nastoliť problém skrytého uzla, kde uzol rekonfigurovateľného rádiového systému (uzol A) nemusí byť spôsobilý zistiť vysielanie z iného uzla rekonfigurovateľného rádiového systému (uzol B), pretože ich vzájomná vzdialenosť je príliš veľká vzhľadom na citlivosť uzla A; výsledkom je, že uzol A môže začať vysielanie s úrovňou výkonu, ktorá spôsobí pre uzol B škodlivé rušenie; kooperatívne snímanie medzi uzlami rekonfigurovateľného rádiového systému môže zmierniť tento problém, ale kooperatívne algoritmy sa môžu zblížovať pomaly a degradáciu vysielania nemusia organizácie pre ochranu obyvateľstva považovať za prijateľnú;
- uzly rekonfigurovateľného rádiového systému, ktoré majú primárnu funkciu v udržiavaní kognitívnych sietí, môžu stratiť konektivitu so zvyškom siete, ak vznikne prírodná prekážka alebo prekážka vytvorená človekom;
- zložitosť návrhu a implementovania uzlov rekonfigurovateľného rádiového systému môže zvýšiť ich cenu v porovnaní s centralizovanou architektúrou.



Obrázok 8 – Decentralizovaná architektúra

Obrázok 9 zobrazuje decentralizovanú architektúru vo vzťahu k celkovej funkčnej architektúre a rozhraniam opísaným v článku 6.3.



Obrázok 9 – SCM a koncové body CPC

V tejto architektúre majú uzly rekonfigurovateľného rádiového systému vlastný kognitívny modul SCM, ktorý je zodpovedný za:

- poznanie aktuálnych dostupných pásiem frekvenčného spektra ako súčasť spôsobilosti spektrálneho snímania;
- rozhodovanie, aké je najlepšie alokovanie pásiem frekvenčného spektra na základe správ kognitívneho riadenia prijatých od iných uzlov rekonfigurovateľného rádiového systému cez CPC;

- implementovanie politík frekvenčného spektra relevantných pre oblasť prevádzkovania a prevádzkový kontext.

Koncové body CPC sú ešte potrebné na vysielanie správ kognitívneho riadenia po celej sieti.

### 6.4.3.4 Zhodnotenie architektúr DSM vzhľadom na požiadavky

Tento článok poskytuje úvahy o architektúrach prezentovaných v predchádzajúcich článkoch vzhľadom na požiadavky identifikované v TR 102 745 [i.29].

Tabuľka 3

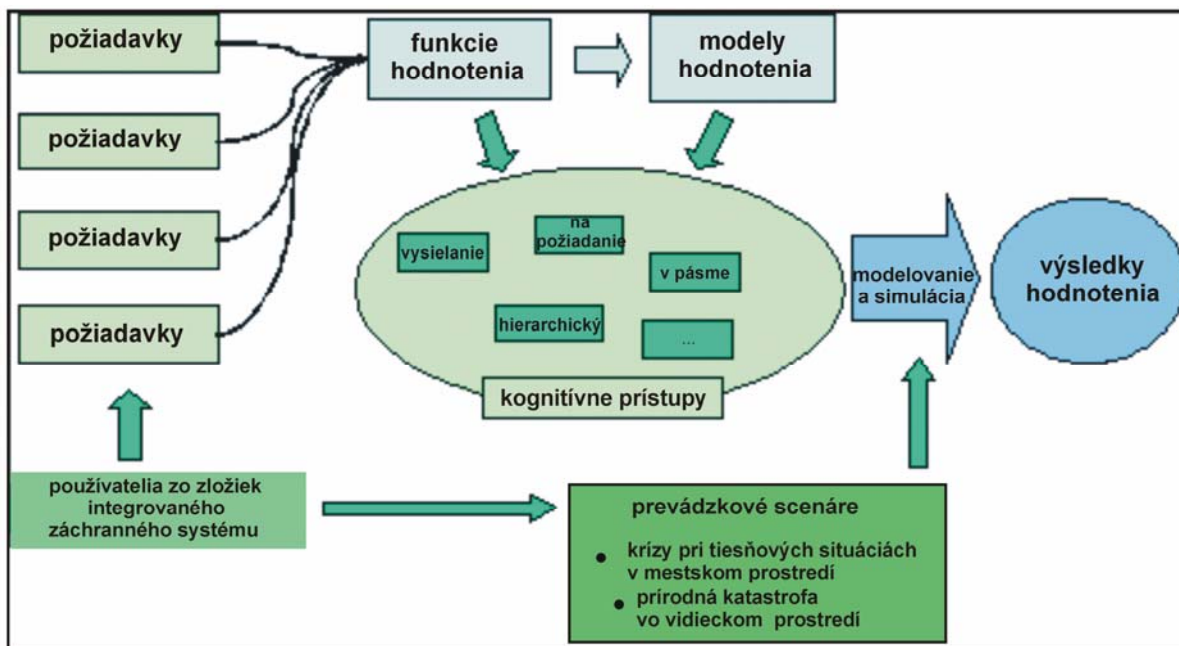
	Centralizovaná architektúra, mimopásmový kanál	Centralizovaná architektúra, vnútropásmový kanál	Decentralizované
<b>Interoperabilita</b>	Rekonfigurovateľné rádiové systémy majú sledovať alokovanie frekvenčného spektra a využívanie iných technológií rádiového prístupu RAT v oblasti.	Rekonfigurovateľné rádiové systémy majú sledovať alokovanie frekvenčného spektra a využívanie iných technológií rádiového prístupu v oblasti. Rozhrania by sa mali definovať s RAT použitou pre vnútropásmový kanál.	Rekonfigurovateľné rádiové systémy majú sledovať alokovanie frekvenčného spektra a využívanie iných technológií rádiového prístupu v oblasti. Keďže pevná infraštruktúra nie je, túto úlohu možno ťažko dosiahnuť.
<b>Využitie frekvenčného spektra</b>	Centralizovaná architektúra s dvojsmerným CPC môže spĺňať požiadavky s pomerne jednoduchým návrhom. Na úrovni regulácie sa môže ťažko definovať harmonizované pásmo frekvenčného spektra pre mimopásmový CPC.	Centralizovaná architektúra s dvojsmerným CPC môže spĺňať požiadavky s pomerne jednoduchým návrhom.	Decentralizovaná architektúra predstavuje množstvo úloh na splnenie požiadaviek (pozri článok 6.4.3.3).
<b>Bezpečnosť</b>	Realizovať bezpečnosť siete je s centralizovanou architektúrou jednoduchšie. Mimopásmový CPC môže byť zraniteľný vzhľadom na rušenie preťaženie alebo iné bezpečnostné útoky.	Realizovať bezpečnosť siete je s centralizovanou architektúrou jednoduchšie. Vnútropásmový CPC môže opätovne využívať bezpečnostný mechanizmus už definovaný v RAT (napríklad TETRA).	Ochrana bezpečnosti siete zvyčajne potrebuje centrálnu entitu (napríklad certifikačný orgán), ktorá sa môže ťažko implementovať do tejto architektúry.
<b>Odolnosť</b>	Centralizovaná architektúra je odolnejšia proti vnútornej poruche alebo vonkajším útokom.	Centralizovaná architektúra je odolnejšia proti vnútornej poruche alebo vonkajším útokom.	Na zabezpečenie potrebnej odolnosti má decentralizovaná architektúra veľké úlohy.
<b>Rozširovateľnosť</b>	Centralizovaná architektúra môže byť pri podpore rozširovateľnosti menej flexibilná. Pri rozsiahlych sieťach sa môže použiť hierarchická centralizovaná architektúra.	Centralizovaná architektúra môže byť pri podpore rozširovateľnosti menej flexibilná. Pri rozsiahlych sieťach sa môže použiť hierarchická centralizovaná architektúra.	Algoritmus pre alokovanie pásiem frekvenčného spektra môže na konvergenciu vyžadovať dlhý čas.
<b>Manažovanie prostriedkov</b>	Centralizovaná architektúra môže spĺňať požiadavky na manažovanie prostriedkov ako sú uprednostňovanie alebo časové obmedzenia lepšie ako decentralizovaná architektúra.	Centralizovaná architektúra môže spĺňať požiadavky na manažovanie prostriedkov ako sú uprednostňovanie alebo časové obmedzenia lepšie ako decentralizovaná architektúra.	Decentralizovaná architektúra môže spĺňať požiadavky na manažovanie prostriedkov ako je samokonfigurovanie alebo vlastná optimalizácia, ale preukázať ako sú stanovené priority, alebo časové obmedzenia, by mohlo byť ťažké.
<b>Prevádzková podpora a využiteľnosť</b>	Centralizovaná architektúra sa organizačným štruktúram organizácií pre ochranu obyvateľstva blíži viac.	Centralizovaná architektúra sa organizačným štruktúram organizácií pre ochranu obyvateľstva blíži viac.	Decentralizovaná architektúra by mohla byť vhodnejšia, ak je pevná infraštruktúra zničená alebo znehodnotená.

#### 6.4.4 Modelovanie a simulácia kognitívnych bezdrôtových sietí v integrovanom záchranom systéme

Ako bolo uvedené v predchádzajúcich článkoch, na implementovanie kognitívnej bezdrôtovej siete jestvuje mnoho odlišných prístupov a alternatív návrhu.

Cieľom tohto článku je prezentovať rozličné alternatívy návrhu a opísať modely na vyhodnotenie ich výkonnosti vzhľadom na funkcie definované požiadavkami pre integrovaný záchraný systém.

Nasledujúci obrázok znázorňuje prijatú metodológiu.



**Obrázok 10 – Metodológia na modelovanie a vyhodnocovanie kognitívnych prístupov pre integrovaný záchraný systém**

Požiadavky sú definované a vybraté z TR 102 745 [i.29] – Požiadavky používateľov. Požiadavky sa použijú na určenie funkcií, pomocou ktorých bude výkonnosť kognitívnych bezdrôtových systémov hodnotená.

Boli identifikované tieto funkcie:

- čas zostavenia spojenia;
- včasnosť správ kognitívneho riadenia;
- minimalizovanie prerušených spojení;
- odolnosť proti vonkajším rušeniam alebo bezpečnostným útokom;
- dátová priepustnosť vo vzťahu k počtu používateľov;
- energetická spotreba;
- zložitosť implementovania;
- pokrytie;
- spôsobilosť riadiť skryté uzly.

Na zhodnotenie najlepších riešení návrhu pre dynamické frekvenčné manažovanie v integrovanom záchrannom systéme vzhľadom na prevádzkové scenáre identifikované v TR 102 745 [i.29] by sa mohli v normalizačnej činnosti využiť modely založené na architektúrach prezentovaných v článku 6.4.3.

## 6.5 Záchranné systémy

Ako bolo opísané v TR 102 745 [i.29], v porovnaní so spotrebiteľskou oblasťou má oblasť záchranných systémov pre bezdrôtové komunikácie jedinečný súbor požiadaviek.

V porovnaní so spotrebiteľskou oblasťou má oblasť záchranných systémov prísnejšie požiadavky na bezpečnosť. Systémy IKT v oblasti záchranných systémov prechovávajú kritické informácie o ľuďoch a hodnotách, ktoré sa majú chrániť. Bezpečnosť ľudí je závislá od zabezpečenia a výkonnosti bezdrôtových komunikácií, ktoré garantujú integritu prenášaných dát a odolnosť proti bezpečnostným útokom. Bezpečnosť je dôležitou požiadavkou aj v spotrebiteľskej oblasti, no iné hnacie momenty ako cena zariadení a jednotný súbor spotrebiteľov hrá dôležitejšiu úlohu.

Aj keď má oblasť záchranných systémov podobné prevádzkové požiadavky ako oblasť obrany, táto oblasť tiež prezentuje svoje jedinečné úlohy vďaka širšiemu okruhu účastníkov, hasiči, zdravotnícka podpora, dobrovoľnícke organizácie atď., z ktorých každý má svoj vlastný súbor bezpečnostných požiadaviek.

Aktivita výskumu a normalizácie bezpečnosti rekonfigurovateľných rádiových systémov predstavuje riešenie širokého rozsahu úloh, ktoré sa klenú od zabezpečenia softvéru k zhode s reguláciami frekvenčného spektra a certifikácii.

Ako všeobecné pravidlo mali by komunikačné systémy založené na technológiách rekonfigurovateľných rádiových systémov potvrdiť požiadavky na bezpečnosť komunikácií v komunikačných systémoch typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov ako dôvernosc údajov a súkromie, dostupnosť, registrovanie, autentifikácia a autorizácia. Toto je dôsledkom všeobecnej zhody s normami a predpismi už definovanými pre bezdrôtové komunikačné systémy, s ktorými budú rekonfigurovateľné rádiové systémy spolupracovať. Komunikačné systémy založené na technológiách rekonfigurovateľných rádiových systémov môžu napríklad podporovať bezpečnostné požiadavky typu 1 definované v norme TETRA.

V dôsledku toho má sieť založená na rekonfigurovateľných rádiových systémoch zabezpečovať tieto kategórie bezpečnostných služieb:

### Služby registrácie, autentifikácie a autorizácie

- Registrácia: Proces, ktorým sa používateľom a ich zariadeniam poskytne akreditív, napríklad identita ako používateľské meno alebo certifikát na použitie pre nasledujúcu autentifikáciu. Počas registrácie bude potenciálny používateľ požadovaný o dodanie dôkazu o svojej totožnosti v reálnom svete.
- Autentifikácia: Proces, ktorým je elektronická identita používateľa, ako je reprezentovaná akreditívom získaným v registračnom procese, potvrdená systémom.

Príklad 1: Autentifikácia skontroluje, napríklad prostredníctvom hesla alebo biometrického alebo digitálneho certifikátu atď., že používateľ virtuálnej identity je skutočným vlastníkom akreditívu vybaveného v procese registrácie.

- Autorizácia a riadenie prístupu: Autorizácia je udelenie práv na využívanie služby. Riadenie prístupu je proces, ktorým môžu službu využívať len autorizovaní používatelia a na riadenie podmienok, za akých môže prístup nastať. Riadenie prístupu zahŕňa aj účtovanie za využitie služby.

### **Dôvernosť údajov a súkromie**

- "Dôvernosť" má za cieľ zabrániť prezradeniu citlivých informácií jednotlivcom, ktorí nie sú autorizovaní prichádzať s nimi normálne do styku v súlade s vnútroštátnymi bezpečnostnými pravidlami.
- "Súkromie" sa zameriava na predchádzanie odhalenia súkromných údajov jednotlivca, napríklad zdravotných alebo finančných, v súlade s legislatívou týkajúcou sa ochrany údajov.

Opatrenia prijaté v otázkach dôvernosti a súkromia sú vo všeobecnosti podobné.

### **Služby súvisiace s dôveryhodnosťou**

- Integrita dát: Cieľom integrity dát je poskytnúť dôkaz, že obsah elektronickej komunikácie prijatej adresátom je totožný s tým čo poslal pôvodca a nezmenil sa po ceste úmyselne alebo náhodne.  

POZNÁMKA. – Zmene sa nedá zabrániť, dá sa len zaznamenať, že sa medzi pôvodcom a prijímateľom vyskytla.
- Neodmietnutie: Cieľom neodmietnutia je poskytnúť dôkaz, že pôvodca vytvoril a odoslal správu a že príjemca obsah správy prijal a prečítal.

### **Dostupnosť**

- Dostupnosť služby: Cieľom dostupnosti služby je zabezpečiť, aby bol prístup k aplikáciám a infraštruktúre bezdrôtovej siete pre autorizovaných používateľov k dispozícii a využiteľný.
- Informačná dostupnosť: Cieľom informačnej dostupnosti je zabezpečiť, aby bol prístup k informáciám prenášaným bezdrôtovou sieťou k dispozícii tým používateľom, ktorí boli na oboznámenie sa s týmito informáciami autorizovaní.

Všetky tieto služby sú implementované/podporované bezpečnostnými opatreniami v bezdrôtovom komunikačnom systéme.

Bezpečnostné opatrenia zahŕňajú:

- generovanie kľúča, spravovanie kľúča a distribuovanie kľúča vrátane rádiovým spojením OTAR;
- šifrovanie medzi koncovými bodmi naprieč hranicami siete;
- digitálne podpisovanie;
- audit;
- podporu pre algoritmus viacnásobného šifrovania;
- spravovanie dát.

Okrem podpory a potvrdzovania normalizačných požiadaviek na komunikačnú bezpečnosť nastrojújú siete založené na rekonfigurovateľných rádiových systémoch špecifické výzvy.

Spôsobilosť rekonfigurovateľných rádiových systémov rekonfigurovať rádiovú funkcionálnosť prostredníctvom softvéru namiesto hardvéru môže ponúkať rozličné výhody, ale môže prinášať aj nové bezpečnostné problémy v porovnaní s konvenčnými rádiovými systémami.

Koncové zariadenia alebo základňové stanice rekonfigurovateľných rádiových systémov teoreticky môžu sťahovať nové konfiguračné profily alebo moduly softvéru z rádiového rozhrania alebo z priameho spoja v prípade základňových staníc. Nový profil alebo modul softvéru sa môže použiť na nastavenie prenosových charakteristík ako je frekvencia, výkon a typ modulácie alebo dokonca



na implementovanie komunikačnej normy, t.j. tvaru signálu. Táto funkcionálnosť nie je úplne nová, keďže funkčnosť sťahovania softvéru bola prítomná v bunkových sieťach, ako GSM už dlho, umožňujúc náhradu alebo modernizáciu modulov softvéru v základňových staniciach. V prípade konvenčných nerekonfigurovateľných rádiových systémov má zmena softvéru obmedzený vplyv, pretože hardvérová architektúra je vždy tá istá. V prípade rekonfigurovateľných rádiových systémov je táto funkcionálnosť omnoho výkonnejšia, lebo mnoho z tradičných komunikačných funkcionálností je implementovaných v softvéri a môžu sa zmeniť ľahšie.

V dôsledku toho môže útočník stiahnuť do koncového zariadenia rekonfigurovateľného rádiového systému modul alebo profil zlomyseľného softvéru, aby dramaticky zmenil jeho reakcie pri vysielaní a vyvolal škodlivé rušenie komunikačných rekonfigurovateľných rádiových systémov alebo nerekonfigurovateľných rádiových systémov, prítomných v oblasti alebo uskutočnil iné bezpečnostné útoky ako tajné odpočúvanie a vysielanie falošných signálov.

Ďalší rozdiel vzhľadom na systémy typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov je mechanizmus pre sťahovanie softvéru. V nerekonfigurovateľných rádiových systémoch sú bezdrôtové spoje alebo spoje po vedeniach k základňovým staniciam definované a môžu sa riadiť. Firmvér koncového zariadenia sa môže meniť len manažérskym postupom.

Uzly rekonfigurovateľných rádiových systémov môžu sťahovať softvér tým istým rádiovým rozhraním, aké používajú na komunikovanie. V dôsledku toho môže útočník stiahnuť modul alebo profil zlomyseľného softvéru do všetkých koncových zariadení rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti pokrytia. V tomto zmysle môže byť rekonfigurovateľný rádiový systém zraniteľný tým istým druhom útokov osobných počítačov pripojených k internetu vrátane vírusov, červov a ďalšieho zlomyseľného softvéru, s tým účinkom, že zlomyseľný softvér sa môže rozširovať ľahšie.

Aby sa zaručilo bezpečné a spoľahlivé sťahovanie softvéru, boli identifikované tieto otázky:

- Kto garantuje, že sťahovaný profil alebo modul softvéru prichádza z overeného zdroja a môže sa v koncovom zariadení rekonfigurovateľných rádiových systémov aktivovať?
- Kto garantuje, že sťahovaný profil alebo modul softvéru sa bude správať tak, ako sa očakáva?

Na riešenie týchto problémov sa majú rekonfigurovateľné rádiové systémy navrhovať podobnými mechanizmami ako sú tie, ktoré boli prijaté na zaručovanie zabezpečenia softvéru v informačných technológiách.

Zabezpečenie softvéru pre rekonfigurovateľné rádiové systémy vyžaduje:

- zabezpečený mechanizmus sťahovania, ktorý garantuje autenticitu sťahovaného softvéru;
- spôsobilosť komponentov rekonfigurovateľných rádiových systémov overovať si dôveryhodnosť sťahovaného softvéru;
- zabezpečené prostredie na prácu v rekonfigurovateľných rádiových systémoch, aby sa dalo zaručiť, že sa môže aktivovať a realizovať len dôveryhodný softvér;
- komponent rekonfigurovateľných rádiových systémov na zabezpečenie potvrdovania frekvenčného manažovania bez ohľadu na moduly softvéru, ktoré sú na koncovom zariadení rekonfigurovateľného rádiového systému;
- celkové certifikačné postupy na zaručenie toho, že sa moduly softvéru, ktoré sa majú sťahovať a aktivovať, budú správať tak, ako sa očakáva;
- celkový proces zabezpečenia s certifikačným orgánom a ďalšími subjektami.

Nevyhnutnou fázou v normalizačnom úsilí pre rekonfigurovateľné rádiové systémy je prispôbiť techniky zabezpečenia softvéru a najlepšie postupy pre technológiu rekonfigurovateľných rádiových systémov.

Ďalšou oblasťou, kde má bezpečnosť prvoradú dôležitosť, je použitie rekonfigurovateľných rádiových systémov ako spúšťača kognitívnych rádiových sietí. Komunikačné systémy typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov môžu meniť svoje prenosové charakteristiky a využitie pásiem vysokofrekvenčného spektra len v limitoch, ktoré boli stanovené už v definovaných normách a v opatreniach frekvenčného manažmentu. Tieto limity sú realizované v svojej hardvérovej a firmvérovej architektúre a v prevádzke sa nemôžu meniť. Na druhej strane rekonfigurovateľné rádiové systémy toto obmedzenie nemajú, keďže sú teoreticky navrhnuté na komunikovanie v širokom rozsahu pásiem frekvenčného spektra a so spôsobilosťou meniť svoje prenosové charakteristiky v prevádzke.

Kognitívne rádiové siete môžu implementovať inovatívne prístupy k organizovaniu frekvenčného spektra ako je dynamické frekvenčné manažovanie DSM, kde sa môže alokovanie pásiem frekvenčného spektra pre komunikačné služby meniť v čase alebo v priestore. Aj kognitívne rádiové siete môžu predstavovať bezpečnostné výzvy. Kognitívne rádio, ktoré ovládol útočník, môže zavedením nesprávneho využívania frekvenčného spektra alebo egocentrického správania sa porušiť mechanizmus DSM.

Príklad 2: Môže vysielateľ v nepridelených pásmach alebo môže ignorovať kognitívne správy odoslané inými prvkami kognitívnej rádiovkej siete.

Príklad 3: Byzantská hrozba, kde uzol kognitívneho rádia môže využívať svoje výhody na zneužívanie siete alebo zlomyseľné správanie sa je pravdepodobným ohrozením v kognitívnych rádiových sieťach založených na distribuovanej architektúre.

Bezpečnostná analýza kognitívnych rádiových sietí by sa mohla zamerať prinajmenšom na tieto otázky:

- Aké sú potenciálne hrozby pre kognitívne rádiové siete? Ohrozenia nekognitívnych rádiových sietí sa môžu líšiť alebo v kognitívnych rádiových sieťach neexistujú, hoci sa môžu identifikovať nové hrozby. Aká je pravdepodobnosť týchto ohrození?
- Aký typ útokov by sa mohol proti kognitívnym rádiovým sieťam uskutočniť? Sú útoky, ktoré už boli identifikované v nekognitívnych rádiových sieťach, opodstatnené aj pre kognitívne rádiové siete? Aké nové útoky by sa mohli proti kognitívnym rádiovým sieťam realizovať? Aké sú potenciálne následky týchto útokov?

Hneď ako sa tieto ohrozenia a útoky identifikujú, mohli by sa navrhnúť riešenia na ich zmiernenie, aby sa dalo takýmto útokom čeliť.

Kognitívne rádiové siete sú založené na výmene informácií o prostredí rádiového frekvenčného spektra, spôsobilostiach zúčastnených kognitívnych rádiových uzlov a sietí a dostupných pásiem frekvenčného spektra, ktoré sa majú využívať. Výmena informácií je potrebná na vytvorenie spoločného poznania a dohody o dostupných zdrojoch frekvenčného spektra. Takáto výmena informácií, napríklad správy kognitívneho riadenia je jednou z oblastí, kde sú ohrozenia a útoky možné.

Kvôli svojim vlastným výhodám, napríklad alokovanie širších pásiem frekvenčného spektra, môžu zlomyseľní útočníci vložiť falošnú informáciu na ovplyvnenie spoločného poznania kognitívnej rádiovkej siete, alebo len oslabiť spoľahlivosť siete. Bezpečnostné riešenia budú pravdepodobne založené na autentifikácii zdroja a obsahu vymieňaných informácií. Kognitívna rádiová sieť potrebuje istotu, že správy kognitívneho riadenia sú naozaj z dôveryhodných kognitívnych rádiových uzlov a že ich obsah nebol zmenený.

Medzi touto oblasťou a výskumnou činnosťou na zaistenie bezpečnej výmeny informácií v mobilných príležitostných sieťach je podobnosť. Bezpečnostné riešenia navrhnuté pre mobilné

príležitostné siete by sa mohli prispôbiť pre kognitívne rádiové siete, najmä vzhľadom na architektúry decentralizovaných kognitívnych rádiových sietí opísané v článku 6.4.3.3.

Špecifická oblasť výskumu sa vzťahuje na bezpečnostné analýzy kognitívnych rádiových sietí založených na pilotnom kanáli (pozri článok 6.2), ktorý je zodpovedný za distribuovanie správ kognitívneho riadenia na koordinovanie celkovej kognitívnej siete. Pilotný kanál CPC sa môže stať bodom zraniteľnosti útokmi ako je odmietnutie služby (použitím rušenia typu jamming) alebo zahltením prevádzky. Zlomyseľný kognitívny uzol môže vysielať na tej istej frekvencii CPC alebo môže preťažiť kanál vysielať veľkého množstva správ kognitívneho riadenia. Tieto typy útokov odmietnutia služby DoS už boli v bezdrôtových telekomunikáciách analyzované a mohli by sa definovať primerané riešenia. Nadbytok správ kognitívneho riadenia sa môže riadiť prostredníctvom algoritmu implementovaného v kognitívnych rádiových uzloch na analýzu opakovania správ kognitívneho riadenia, zatiaľ čo jamming kanála CPC môže sa zmierniť výberom viacerých potenciálnych pásiem CPC.

Ako v prípade bezpečného sťahovania a zabezpečenia softvéru môžu sa ochranné a zmiernujúce techniky aplikovať na zvýšenie odolnosti CPC alebo zabezpečenie, aby kognitívne rádiové siete založené na rekonfigurovateľných rádiových systémoch dodržiavali pravidlá dynamického frekvenčného manažovania.

Implementovanie takýchto riešení je absolútne nevyhnutné, ak chceme zaručovať tú istú úroveň bezpečnosti poskytovanú komunikačnými systémami pre integrovaný záchranný systém typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov ako TETRA. Pokiaľ by v komerčnej oblasti by sa mohli prijímať bezpečnostné riešenia postupným prístupom, v iných aplikačných oblastiach sú bezpečnostné riešenia absolútne nevyhnutné od prvého dňa. Navrhovanie a zavádzanie mitigačných riešení na zaistenie bezpečnosti by malo zvažovať riziko väčšej zložitosti celkovej architektúry alebo zvýšenie celkových nákladov na kognitívne rádiové siete a súvisiace koncové zariadenia.

Kompromisom implementácie a aplikácie bezpečnostných riešení sú dodatočné náklady a zvýšená zložitosť siete založenej na rekonfigurovateľných rádiových systémoch.

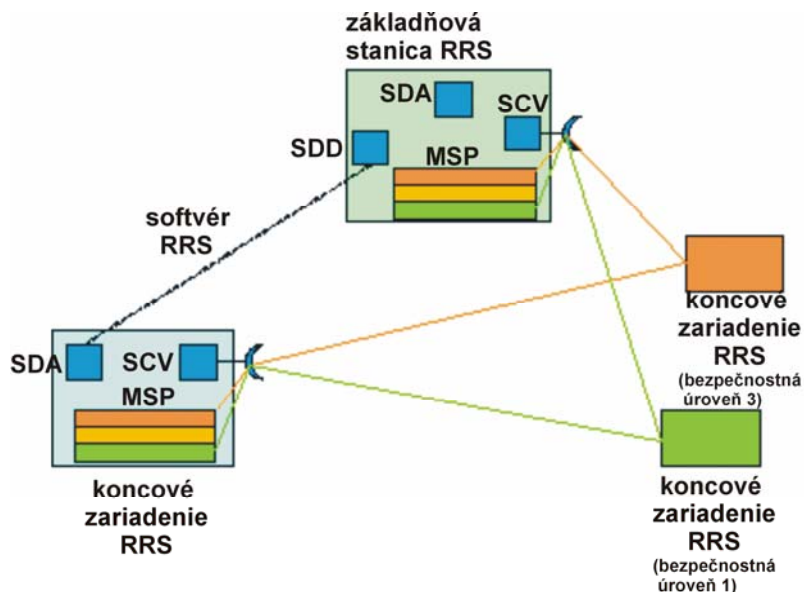
Záverečná úvaha je založená na spôsobilosti technológie rekonfigurovateľných rádiových systémoch odstrániť alebo zmierniť prekážky v interoperabilite medzi organizáciami zapojenými do kríz pri mimoriadnych udalostiach alebo prírodných katastrofách. Táto aplikácia rekonfigurovateľných rádiových systémov bola vyhodnotená v projektoch FP7 EULER a WINTSEC (články 4.2.4 a 4.2.6). Využívajúc spôsobilosť technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov komunikovať s rozmanitými technológiami rádiového prístupu RAT, s využitím tej istej platformy, je teoreticky možné vytvárať interoperabilné mosty naprieč organizáciami pre ochranu obyvateľstva, ktoré používajú rozdielne komunikačné systémy.

Príklad 4: Ručné zariadenie môže komunikovať so systémom TETRA a analógovým PMR. Viac podrobností o spôsobilosti interoperability rekonfigurovateľných rádiových systémov je v článku 6.6.

Vojenské organizácie a organizácie pre ochranu obyvateľstva pracujú s rozličnými úrovňami bezpečnosti. Táto široká škála subjektov zahŕňa dobrovoľnícke organizácie a občanov na jednej strane (najnižšia úroveň bezpečnosti) až po vojenské organizácie (najvyššia úroveň bezpečnosti) na druhej strane bezpečnostného frekvenčného spektra. Bezdrôtové komunikačné systémy a koncové zariadenia založené na rekonfigurovateľných rádiových systémoch majú zaručovať interoperabilitu bez obetovania bezpečnosti dát v akejkoľvek sieti. Toto je koncepcia viacúrovňovej bezpečnosti, kde siete založené na rekonfigurovateľných rádiových systémoch môžu poskytovať rozličné úrovne zabezpečenia celej siete a uzlov rekonfigurovateľných rádiových systémov.

Implementovanie a aplikácia viacúrovňovej bezpečnosti predstavuje dokonca viac úloh ako vyššie prezentované riešenia pre zabezpečenie softvéru. Pre organizácie pre ochranu obyvateľstva by mohol byť vplyv na náklady dosť vysoký.

Obrázok 9 má za cieľ poskytnúť zjednodušený prehľad možnej realizácie zabezpečenej siete rekonfigurovateľných rádiových systémov s opisom hlavných súčastí.



Obrázok 11 – Prvky zabezpečenia

Sú prítomné tieto súčasti:

- 1) SDA je autentifikácia sťahovania softvéru SDA, ktorá má za úlohu:
  - garantovať zabezpečenie spoja použitého na stiahnutie softvéru rekonfigurovateľného rádiového systému z dôveryhodného zdroja;
  - potvrdiť a overiť prijatý softvér rekonfigurovateľného rádiového systému;
  - overiť vykonanie aktivovaného softvéru rekonfigurovateľného rádiového systému.
- 2) SDD je distribútor sťahovania softvéru SDD, ktorý má za úlohu:
  - riadiť rozličné vydania dôveryhodného softvéru rekonfigurovateľného rádiového systému, ktorý sa má distribuovať;
  - zaručovať bezpečnosť spoja použitého na distribuovanie softvéru rekonfigurovateľného rádiového systému;
  - zabezpečovať, aby sa softvér rekonfigurovateľných rádiových systémov distribuoval do dôveryhodných cieľov.
- 3) SCV je overovateľ zhody frekvenčného spektra SCV, ktorý má za úlohu zabezpečovať softvér pre tvary signálov aktivované na platforme koncových zariadení alebo základňových staníc rekonfigurovateľných rádiových systémov a zhodu s predpismi pre frekvenčné spektrum.
- 4) MSP je riadiaca jednotka trasy s viacerými bezpečnostnými úrovňami na zabezpečenie rozličných komunikačných ciest pre každú úroveň zabezpečenia.

## 6.6 Interoperabilita

Ako bolo opísané v predchádzajúcich článkoch, oblasť záchranných systémov je charakterizovaná množstvom heterogénnych sietí. Niektoré z týchto sietí boli opísané v článku 5.

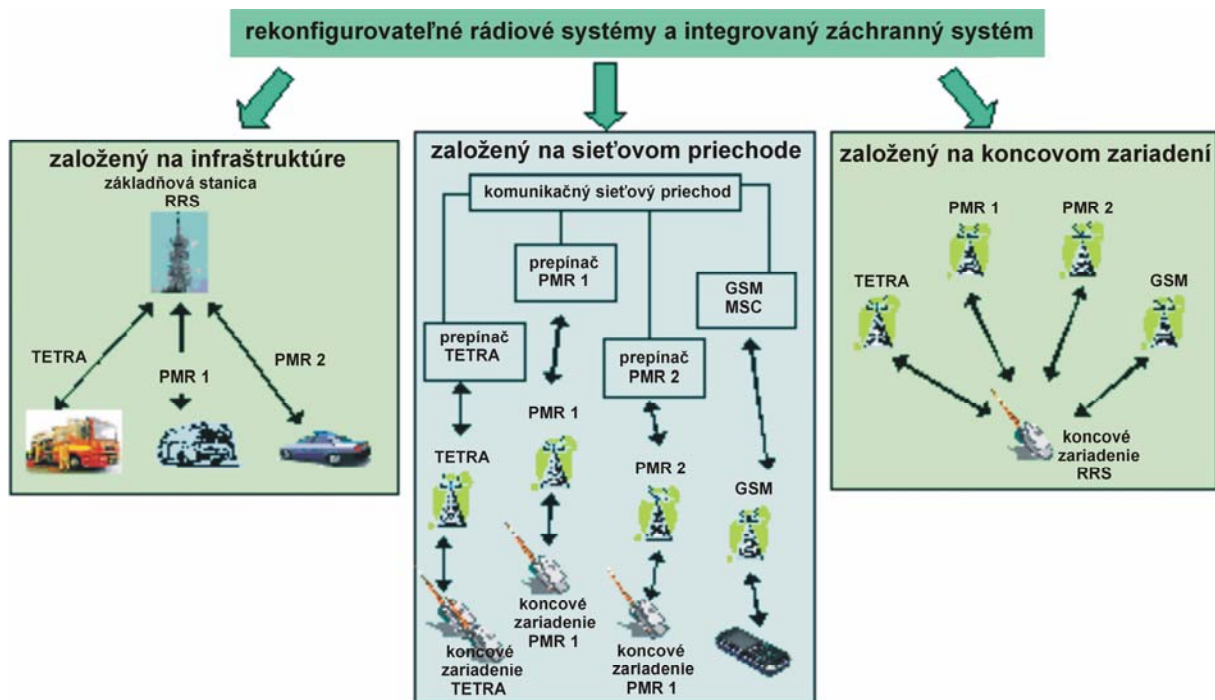
Jedna z potenciálnych spôsobilostí ponúkaných prostredníctvom rekonfigurovateľných rádiových systémov je poskytovať interoperabilitu medzi rozmanitými systémami.

Európsky projekt FP6 WINTSEC (opísaný v článku 4.2.6) mal za hlavný cieľ preskúmať využitie rekonfigurovateľných rádiových systémov (v projekte nazvaný rádio definované softvérom) pri odstraňovaní bariér v interoperabilite v oblasti záchranných systémov.

Rekonfigurovateľné rádiové systémy môžu pôsobiť ako most v bodoch siete:

- na úrovni infraštruktúry siete ako sieťový prechod medzi dvomi alebo viacerými rozhraniami sietí;
- na úrovni základňových staníc pri vytváraní mostov medzi dvomi alebo viacerými bezdrôtovými komunikačnými systémami (normy);
- na úrovni používateľských koncových zariadení, ktoré poskytujú rozhranie pre jeden alebo viacero bezdrôtových komunikačných systémov (normy).

Na obrázku 10 sú znázornené možné alternatívy.



**Obrázok 12 – Využitie rekonfigurovateľných rádiových systémov na zmiernenie technických prekážok v interoperabilite pre integrovaný záchranný systém**

POZNÁMKA. – Prekážky v interoperabilite opísané v tomto článku sú len na technickej úrovni. O prekážkach v interoperabilite na organizačnej a procesnej úrovni sa v tomto článku neuvažuje, hoci sú rovnako dôležité.

Každé riešenie má svoje vlastné výhody a nevýhody:

- Riešenia založené na koncových zariadeniach rekonfigurovateľných rádiových systémov vyžadujú zložitejšiu architektúru koncových zariadení na podporu množstva rozdielnych rádiových rozhraní. Toto by náklady na koncové zariadenie zvýšilo. Na druhej strane, technológia je vyspelá, keďže už niekoľko rokov sa v USA používajú viacmódové rádiá a nedávno boli predstavené aj viacpásmové rádiá (pozri [i.18]). Sú starosti aj so zvyšovaním energetickej spotreby, čo bude mať vplyv na životnosť batérií. Zvažujúc množstvo koncových zariadení používaných používateľmi zo zložiek integrovaného záchranného systému, nemusí byť toto riešenie pre ručné koncové zariadenia realizovateľné. Riešenia založené na koncových zariadeniach by sa mohli prijať pri vozidlových koncových zariadeniach, kde sú náklady na zariadenie menej významné. Náklady na typický dopravný prostriedok pre integrovaný záchranný systém, ako sú policajné alebo hasičké vozidlá, presahujú 60 000 eur, takže dômyselnejšie a nákladnejšie vozidlové koncové zariadenia nebudú mať na rozpočet organizácií pre ochranu obyvateľstva významný vplyv. V námete pre normalizáciu by sa mohla definovať vnútorná architektúra a rozhranie vozidlového koncového zariadenia. Tento prístup má riziko vo vytváraní silných obmedzení v zavádzaní rozličnými výrobcami.
- Riešenie založené na základňových staniciach by malo v porovnaní s riešením na základe koncových zariadení menší ekonomický vplyv na modernizovanie infraštruktúry sietí integrovaného záchranného systému. Na druhej strane budú základňové stanice rekonfigurovateľných rádiových systémov drahšie ako základňové stanice nerekonfigurovateľných rádiových systémov, keďže viacmódové/viacfrekvenčné základňové stanice skutočne pracujú simultánne vo všetkých módoch a na všetkých frekvenciách. Technicky náročnejšia situácia ako s koncovým zariadením, ktorý potrebuje byť v prevádzke len raz za čas. Pretože krízy pri mimoriadnych situáciách sú zvyčajne neočakávané, bolo by ťažko navrhovať základňové stanice so všetkými potrebnými normami rádiových rozhraní. Spôsobilosť sťahovania potrebných tvarov signálov v reálnom čase by sa v tomto kontexte mohla stať dôležitou prednosťou. Špecifickým aspektom komunikácií v oblasti integrovaného záchranného systému je to, že základňové stanice sú často navrhované ako transportovateľné vozidlom do oblastí kríz pri mimoriadnych udalostiach.
- Riešenie založené na sieťových priechodoch je nákladovo najefektívnejšie, keďže vplyv na existujúce infraštruktúry je v porovnaní s predchádzajúcimi prístupmi minimalizovaný. Nevýhodou je vplyv citlivosti systémov a menšia úroveň rekonfigurovateľnosti v porovnaní s predošlými postupmi. Námetom pre normalizáciu by sa mohlo definovať rozhranie sieťových priechodov medzi typmi bezdrôtových komunikačných systémov, ktoré sa používajú v oblasti záchranných systémov, opísanými v článku 5.

Každé riešenie súvisí aj s typom scenára pre integrovaný záchranný systém, kde by sa toto riešenie mohlo aplikovať.

Dôležitou oblasťou na vyhodnocovanie je spoločné využívanie sieťových prostriedkov s komerčnými sieťami ako sú siete opísané v článku 5. Okrem spoločného využívania frekvenčného spektra, ktoré už bolo charakterizované v článku 6.4, spoločné využívanie sietí by mohlo byť tiež riešením pri zabezpečovaní dodatočnej spôsobilosti pre respondérov integrovaného záchranného systému počas kríz pri mimoriadnych situáciách.

Organizácie pre ochranu obyvateľstva využívajú komerčné siete, keď nie sú siete polície dostupné v dôsledku prírodných katastrof, alebo ak pracujú vo vzdialených oblastiach ako pri operáciách pátrania a záchrany. Využívanie komerčných sietí je zrejme aj z výsledkov dotazníka uvedeného v TR 102 745 [i.29].

Ako bolo opísané v článku 5.3, komerčné siete sú oceňované organizáciami pre ochranu obyvateľstva aj pri ich prístupe k širokopásmovej konektivitě.

Využívanie komerčných sietí organizáciami pre ochranu obyvateľstva a spoločné využívanie sieťových prostriedkov prináša tieto problémy:

- komerčné siete nie sú navrhované na základe požiadaviek pre integrovaný záchranný systém;
- poskytovatelia zo spoločnosti Telecom rozsiahle investovali do implementácie a aplikácie komerčných sietí a budú odolávať snahe odovzdať manažovanie takýchto sietí organizáciám pre ochranu obyvateľstva počas dlhých kríz pri mimoriadnych udalostiach, alebo pri prírodných katastrofách;
- v prípade prírodnej katastrofy by sa mohli komerčné siete vážne poškodiť alebo zničiť; obvykle majú poznatky potrebné na obnovenie siete do prevádzkového stavu len prevádzkovatelia týchto komerčných sietí;
- komerčné siete sa v prípade prírodnej katastrofy využívajú aj na komunikáciu tiesňového vysielania obyvateľstvu (pozri výstupy z ETSI EMTEL, článok 4.1.4);
- spoločné využívanie sieťových prostriedkov, alebo spoločné využívanie sietí medzi sieťami pre políciu a medzi komerčnými sieťami môže byť dosť zložitá; normy a technológie ako sieťové prechody sa budú pre manažovanie spoločne využívaných prostriedkov ešte definovať;
- komerčné siete sú obvykle posudzované pre konkrétnu veľkosť prevádzkovej kapacity a počet používateľov; v krízach pri mimoriadnych udalostiach môžu podmienky paniky zvýšiť objem prevádzky, ktorý sa má sieťou prenášať;
- komerčné siete potrebujú mechanizmus uprednostňovania prístupu na zabezpečenie, aby mali organizácie pre ochranu obyvateľstva vyhradené prostriedky.

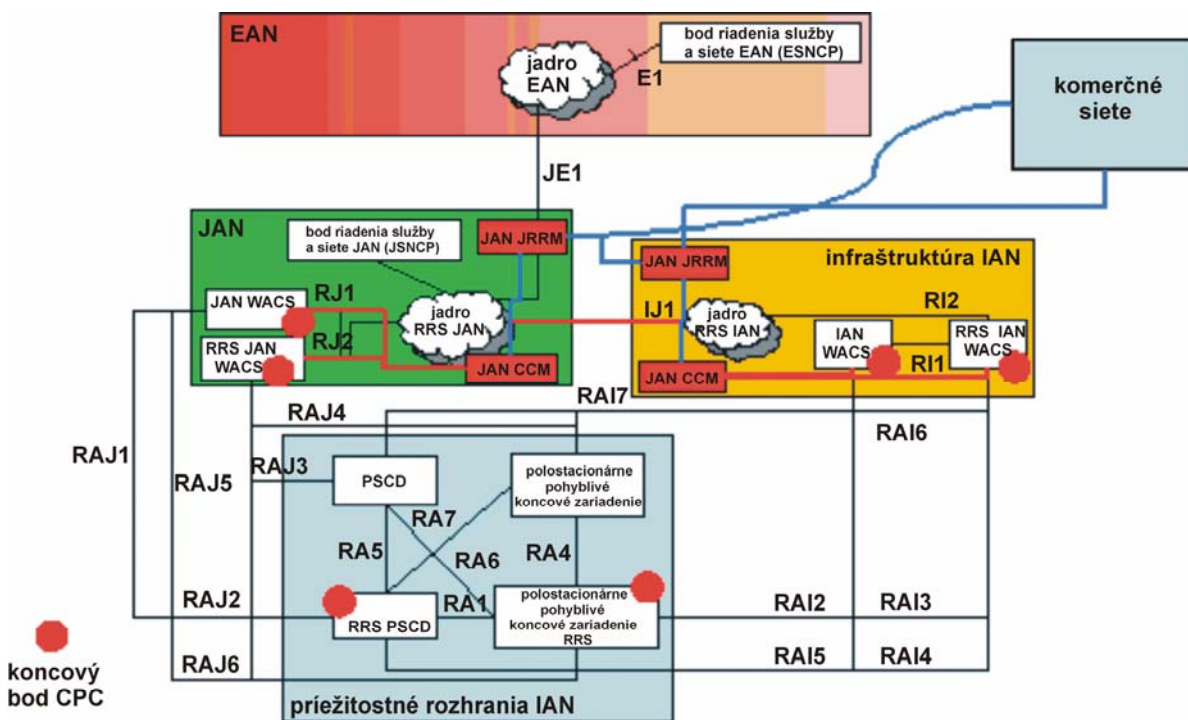
Normalizačný orgán 3GPP definoval službu priority pre prepájanie okruhov CS v dokumente Release-6 prostredníctvom TR 122 950 [i.21], Štúdia realizovateľnosti služby priority a TR 122 952 [i.30], Príručka o službe priority. V dokumente Release-7 bola uskutočnená podobná práca pre multimediálne služby ako VoIP, video, službu typu "stlač a hovor", email, rýchle správy a prenos súborov v TR 122 953 [i.31], Štúdia realizovateľnosti multimediálnej služby priority a TS 122 153 [i.32], Požiadavky multimediálnej služby priority.

Odporúča sa, aby normalizačné aktivity pre aplikovanie technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti integrovaného záchranného systému vzali do úvahy už uvedené dokumenty TR.

Spoločné využívanie sietí vyžaduje spoločné spravovanie rádiových prostriedkov medzi sieťami v integrovanom záchrannom systéme a komerčnými sieťami. TR 102 682 [i.25] definuje blok nazvaný JRRM; Spoločné spravovanie rádiových prostriedkov naprieč heterogénnymi technológiami rádiového prístupu, ktorý je distribuovaný medzi koncovým zariadením a prístupovou sieťou.

Podobný blok sa môže definovať pre spoločné spravovanie prostriedkov medzi sieťami v integrovanom záchrannom systéme a komerčnými sieťami.

V centralizovanej architektúre opísanej v článku 6.4.3.2 by sa JRRM mohol stať blokom CCM alebo súvisiacim s ním ako je to na obrázku 11.



**Obrázok 13 – Spoločné spravovanie prostriedkov medzi sieťami pre integrovaný záchranný systém a sieťami pre komerčné siete**

V tejto architektúre sú bloky JRRM na úrovni JAN a IAN zodpovedné za spoločné využívanie prostriedkov s komerčnými sieťami v oblasti. Každý blok JRRM koordinuje alokovanie prostriedkov s CCM. IAN JRRM sú podriadené JAN JRRM. Normalizačné aktivity by mali definovať rozhrania medzi JRRM a komerčnými sieťami a JRRM/CCM.

## 6.7 Rámec stratégie

V porovnaní so statickým alokovaním frekvenčného spektra môže kognitívne rádio a dynamické frekvenčné manažovanie zvýšiť pri využívaní frekvenčného spektra riziko chýb a nestabilití. Frekvenčné spektrum sa môže počas prevádzkového scenára alokovať nesprávne, alebo v nesprávny čas v dôsledku chýbajúcej spoločnej sémantiky alebo vypracovaného protokolu na výmenu informácií.

Scenáre pre integrovaný záchranný systém obvykle vyžadujú mechanizmus na vyhlásenie a presadenie politiky riadenia prístupu pre akýkoľvek typ zdrojov. V prípade zdrojov frekvenčného spektra je tu potrebné definovať, čo sú dostupné zdroje, napríklad šírky pásma na vysielanie/príjem, akým skupinám je k nim umožnený prístup a za akých podmienok. Toto platí najmä pri scenároch spoločného využívania frekvenčného spektra, kde rozličné skupiny súperia o to isté frekvenčné spektrum.

DSM okrem toho prináša omnoho viac stupňov voľnosti v porovnaní s pevným prístupom k frekvenčnému spektru. Aplikácia DSM môže mať veľké množstvo prevádzkových aspektov vrátane frekvencií, tvarov signálov, výkonových úrovní atď.

Treba definovať systém riadenia prístupu alebo rámec stratégie, ktorý umožní výhody DSM pri zabezpečení súladu s regulačnými politikami a prevádzkovými pravidlami medzi organizáciami pre ochranu obyvateľstva. Rámec stratégie by mohol byť dôležitým nástrojom pre regulačné orgány, aj na vymedzenie niektorých základných pravidiel pre spoločné využívanie frekvenčného spektra.



Definovanie strategického rámca je mimo predmetu tohto článku, no môžeme pre takýto rámec identifikovať niektoré základné rysy:

- Prítomnosť jazyka na charakterizovanie metód pre frekvenčné manažovanie vrátane rozsahu frekvencie, ktorý sa môže využiť, geografickej oblasti alebo regiónu, kde sa tieto politiky uplatnia, spôsobilostí požadovaných pre zariadenia kognitívneho rádia na implementovanie postupov. Jazyk by mal mať jednoduchú a jednoznačnú sémantiku, ktorú majú regulátori využívať na definovanie pravidiel a správania sa pre spektrálne emisie a prenosy. Odporúča sa deklaratívny jazyk, lebo cieľom je charakterizovať "čo" sú politiky frekvenčného spektra a spektrálne obmedzenia, a nie "ako" by sa mohli implementovať.
- Mechanizmus na zavádzanie odsúhlasených politík do uzlov kognitívnych rádiových sietí, ktoré implementujú DSM. Mohlo by sa počítať nielen so statickým, ale aj s dynamickou aplikáciou. Pri statickom zavádzaní uzly siete prijímajú metódy pred tým, ako sa dostanú do prevádzky; napríklad vtedy, keď sú koncové zariadenia distribuované dôstojníkom polície. Pri dynamickom zavádzaní mohli by sa postupy meniť alebo distribuovať počas prevádzkového scenára. Zjavne by sa mal implementovať koordinačný mechanizmus na zabezpečenie, aby boli všetky uzly kognitívnej siete v akomkoľvek momente nastavené na tie isté postupy.
- Spôsobilosť charakterizovať obmedzenia v prístupe k zdrojom frekvenčného spektra na základe kontextu, t.j. prevádzkového scenára.
- Rozšíriteľnosť pri definovaní nových politík alebo zväčšenie dôraznosti jazyka pre nové oblasti aplikácií.
- Prevádzkové scenáre pre integrovaný záchranný systém sú typické účasťou mnohých organizácií s rozdielnymi úrovňami kompetencií a priorit v prístupe k akýmkoľvek zdrojom, napríklad energii, vode alebo komunikáciám. Vo všeobecnosti má armáda najvyššie kompetencie, potom polícia a dobrovoľnícke organizácie. Priority závisia aj od typu prevádzkového scenára. Strategický rámec by mal mať spôsobilosť charakterizovať rozličné úrovne priorit vo využívaní zdrojov frekvenčného spektra na základe typu akcieschopnej organizácie a typu prevádzkového scenára.

## 7 Architektúra koncových zariadení

### 7.1 Úvod

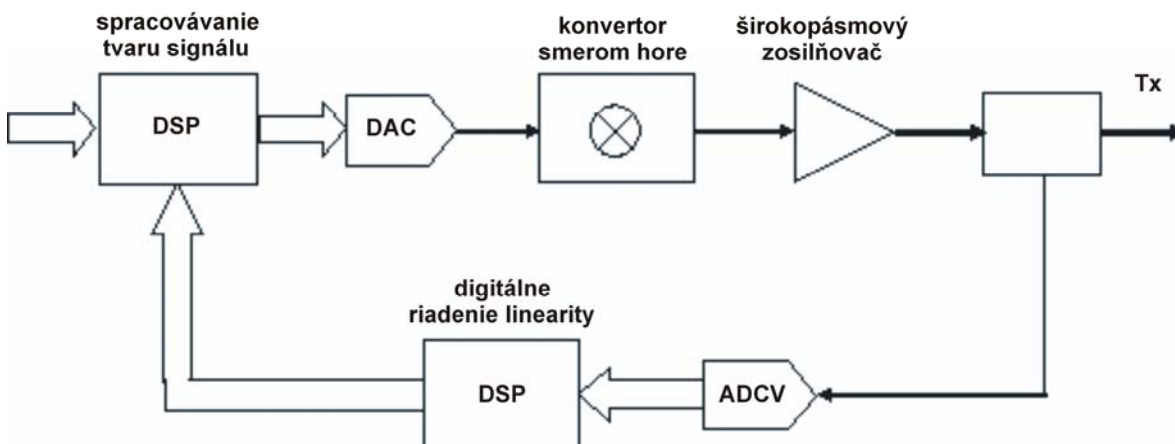
Tento článok poskytuje prehľad architektúry koncových zariadení založených na rádiu definovaného softvérom, ktoré by sa mohli definovať v integrovanom záchrannom systéme. Ďalšie architektúry koncových zariadení pre rekonfigurovateľné rádiové systémy alebo rádio definované softvérom boli definované na iných fórach ako je Fórum rádia definovaného softvérom (pozri článok 4.1.11) a program JTRS (pozri [i.19]).

### 7.2 Architektúra ETSI TC RRS SDR pre mobilné zariadenia

V TR 102 839 [i.33] – Referenčná architektúra rádia definovaného softvérom pre mobilné zariadenia – je prezentovaná možná architektúra pre koncové zariadenia v komerčnej oblasti. Uvedené sú požiadavky a referenčná architektúra s definovaním rozhrania. Architektúra koncových zariadení definovaná pre komerčný masový trh môže poskytovať výhody ako znížené náklady na zariadenia a zavedenú technologickú prepracovanosť. Na druhej strane v komerčnej architektúre sa môžu len ťažko overiť požiadavky pre integrovaný záchranný systém. Sú potrebné ďalšie analýzy na zhodnotenie využitia referenčnej architektúry definovanej TR 102 839 [i.33] z oblasti integrovaných záchranných systémov.

### 7.3 Architektúra softvéru

Všeobecne povedané, rádio definované softvérom znamená v súčasnosti rádiovú platformu, ktorá dokáže najvyššou možnou mierou zabezpečovať svoje funkcie a súvisiace rekonfigurácie prostredníctvom využívania softvéru. Tento prístup je realizovaný preprogramovaním softvéru digitálnych komponentov spôsobilých vykonávať spracovávanie signálov a ovládaním a riadením analógových súčastí. S týmto modelom by napríklad môže sa definovať konfigurácia subsystému pre viacpásmový vysielač podľa obrázku 12.

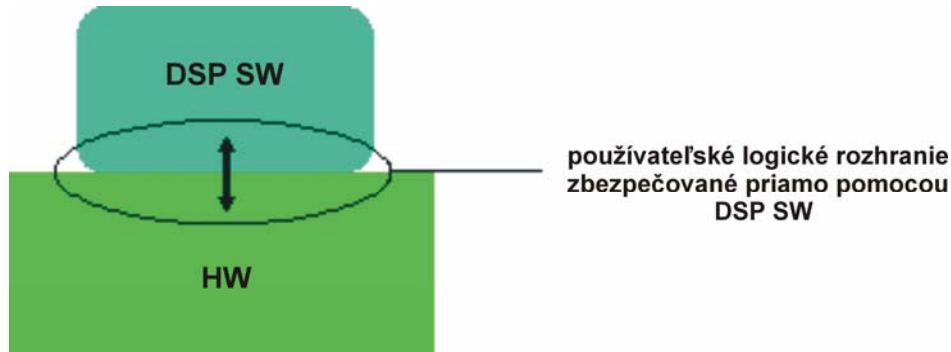


Obrázku 14 – Digitálne spracovanie signálov vo vzťahu k tvaru signálov a viacpásmový vysielač

Funkcia DSP tu znamená digitálne spracovanie signálov realizované procesorom DSP alebo procesorom na všeobecné použitie GPP alebo programovateľným hradlovým poľom FPGA. Funkcia DSP je spoločne využívaná na:

- spracovanie signálu vo vzťahu k modulovaniu tvaru signálu;
- digitálne predskreslenie, digitálne riadenie linearity.

Pri dedičných riešeniach, kde SDR nie je definované, sa môže architektúra HW/SW zobrazit' ako na obrázku 13. Na tomto obrázku je znázornené priame riadenie zabezpečované pomocou softvéru DSP.



**Obrázok 15 – Architektúra dedičných koncových zariadení**

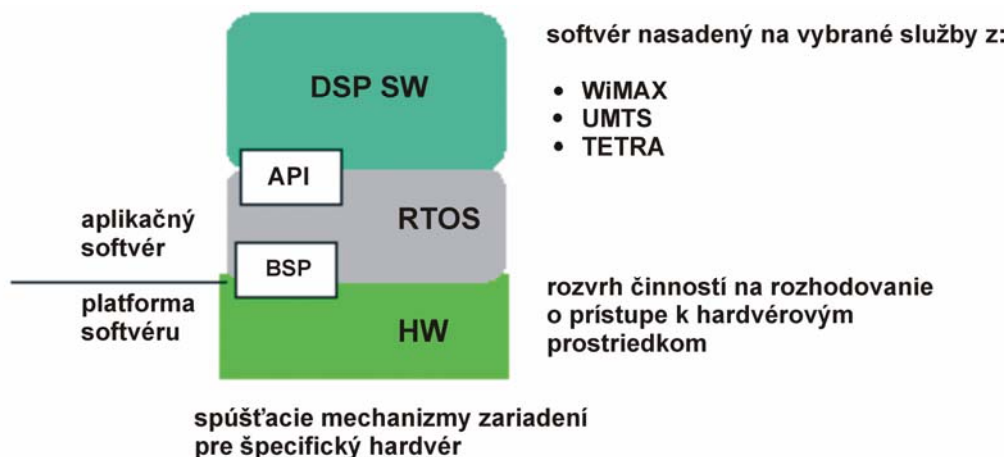
Na dosiahnutie rozličnej prenositeľnosti softvéru môže sa využívanie softvéru na rekonfiguráciu uskutočňovať na rozličných úrovniach. Bez ohľadu na štruktúru softvéru, s ktorou sa môže implementovať akýkoľvek algoritmus, softvér DSP by sa mal vyvinúť minimálne:

- s jazykom vysokej úrovne ako C/C++ pre DSP alebo GPP a VHDL pre FPGA;
- so špecifickou podmnožinou aplikačných programovacích rozhraní API.

Definovanie rozhraní API je typický prístup na získanie spoločných vlastností funkčného usporiadania. Pokiaľ ide o aplikáciu vyššie uvedeného viacpásmového vysielača, podmnožina rozhraní API by mohla zahŕňať napríklad:

- rozhrania API výkonového zosilňovača vrátane operácií ako modulovať obálku, výstupný výkon, nastavenie prevádzkovej frekvencie, linearizačné dáta a riadenie zisku;
- konfiguračné API vrátane operácií ako inštalovať softvér;
- manažérstvo porúch vrátane operácií ako spustiť BIT a získať výsledok BIT.

Obrázok 14 znázorňuje štruktúru softvéru založenú na bežnom operačnom systéme v reálnom čase RTOS, pri ktorej softvér DSP pre tvar signálu a vysielač spracováva delegovanie platformy prístupu k hardvéru.



**Obrázok 16 – Architektúra rádia definovaného softvérom založená na RTOS**

Architektúra softvéru zobrazená na obrázku 14 je typickým riešením aplikovaným na integrovanie súčastí softvéru do platformy rádia definovaného softvérom. Okrem toho architektúra softvéru zabezpečuje pomocou svojej podmnožiny rozhraní API minimálnu úroveň aplikačných abstrakcií softvéru z hardvérom, alebo lepšie, zabezpečuje úroveň abstrakcie z aplikačného softvéru a špecifického hardvéru a vlastností transportného protokolu platformy. Malé jadro RTOS požadujúce znížené poplatky môže sa stať pre súčasné komerčné rádiové komunikačné riešenia efektívnym výsledkom.

Požiadavka na profesionálny trh je taká, že pre oblasť integrovaného záchranného systému je potrebné už teraz postupne aktualizovať rádiové komunikačné spôsobilosti, pokiaľ ide o výkonnosť šírky pásma, aj v zmysle nových prístupových technológií. Okrem toho je životný cyklus rádiových koncových zariadení alebo základňových staníc polície na strednej úrovni medzi komerčnými a vojenskými aplikáciami. Môže byť prítlačivé z prevádzkového aj z ekonomického hľadiska navrhovať rádiá, ktoré sa môžu rekonfigurovať a aktualizovať prostredníctvom inštalovania softvéru pre nové tvary signálov. Je pravdepodobné, že rekonfigurácia sa umožní pre základňové stanice, s cieľom pripraviť lacnejšie riešenia pre potreby zaraďovania budúcich prístupových technológií.

Prevádzkové potreby mnohých profesionálnych používateľov v Európe boli rozpracované prostredníctvom špecifických projektov výskumu a vývoja financovaných EK, reagujúcich na výzvy definované výbormi na úrovni vlád ako je Európsky poradný výbor pre výskum bezpečnosti ESRAB. Programy PASR a FPx rámcový program, ako WINTSEC definovali riešenia založené na rekonfigurovateľných rádiách spôsobilých integrovať rozdielne a heterogénne prístupové technológie ako V/UHF, GSM/UMTS a TETRA, s cieľom uspokojiť potreby interoperability vznikajúce pri krízovom manažovaní. Vedúcou iniciatívou orientovanou na rádio definované softvérom na európskej úrovni je ESRI/ESRA. Európske fórum pre výskum bezpečnosti a inovácie ESRIF je otvorená iniciatíva zameraná na úlohy týkajúce sa európskej interoperability pre všetky oblasti. Cieľom ESRI/ESRA je:

- uvažovať o interoperabilite pre všetky oblasti ako o kľúčovom prvku pre operácie v rámci vnútornej bezpečnosti a udržania mieru, založené na kombinovaných riešeniach;
- prinášať komplexný architektonický prístup integrujúci komerčné siete, siete polície a vojenské siete na úrovni jadrovej siete;
- zvažovať normalizovanú architektúru rádia definovaného softvérom ako nevyhnutný predpoklad na dosiahnutie cieľov interoperability;
- pôsobiť vo sfére priemyselných a národných investícií a investícií EK a spájať ich na vyššie uvedené ciele.

Okrem toho už teraz v rámci FP7 podporuje téma IKT Internet budúcnosti vývoj riešení umožňujúcich integrovať technológie a architektúry viacnásobného prístupu pre bezšvíkové všadeprítomné širokopásmové služby, zjednocujúce drôtové a bezdrôtové, pevné a mobilné technológie do hybridnej prístupovej siete. Hlavným cieľom prostredia IKT je umožniť podporu pre prenositeľnosť a kontinuitu služby naprieč kombinovanými sieťami cez rozhranie služba-sieť, so všadeprítomným prístupom z akejkoľvek siete, z ľubovoľnej technologickej a administratívnej oblasti, z hocikákeho miesta a s rozličnými typmi prístupových zariadení.

Všetky vyššie uvedené úvahy počítajú s nasledujúcou generáciou koncových zariadení a základňových staníc, ktorá bude mať svoju architektúru softvéru skutočne orientovanú na spôsobilosti zavádzania rekonfigurácie a novej prístupovej technológie. Potom sa môže prijať architektúra softvéru s vyššou úrovňou abstrakcie softvéru vzhľadom na súčasné architektúry, ktoré sú využívané doteraz.

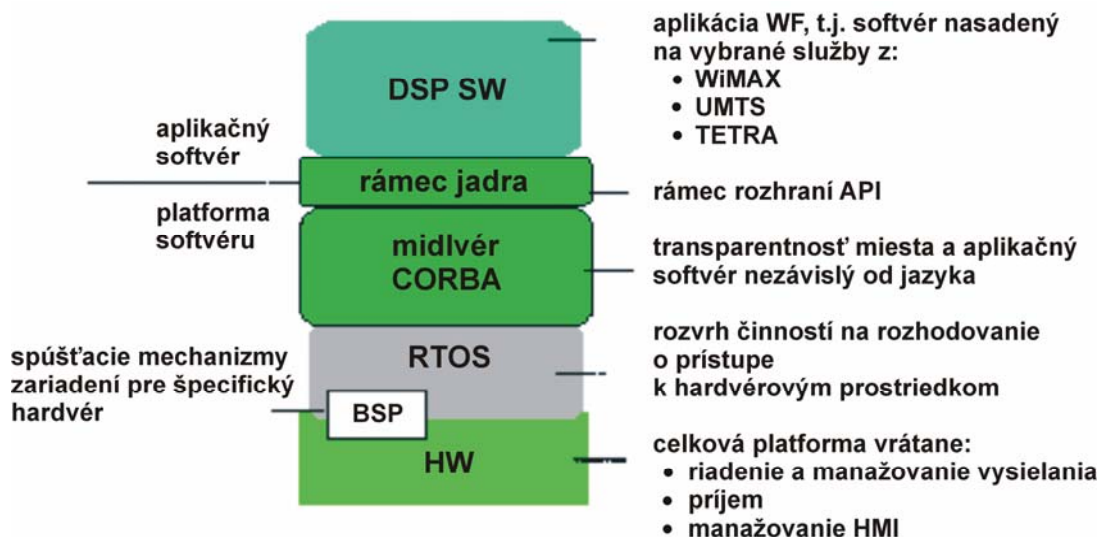
Na definovanie kompletného obchodného modelu na návrh koncových zariadení a základňových staníc v integrovanom záchrannom systéme, založených na rekonfigurovateľných rádiových systémoch treba ďalšiu analýzu.

Súčasťou analýzy by mali byť tieto prvky:

- Obchodný model založený na tvaroch signálov daných prenositeľným softvérom môže predstavovať aj riziko zložitého a nákladného certifikačného procesu, ktorý je nevyhnutnou fázou aplikácie bezdrôtových komunikačných systémov pre integrovaný záchranný systém; pre podrobnosti pozri článok 8.3.1.
- Technologický vývoj koncových zariadení v komerčnej oblasti a prísľub rekonfigurovateľnosti by mohli priniesť dôležité výhody pre životný cyklus zariadení pre oblasť integrovaného záchranného systému, ale nie za cenu ohrozenia zhody s požiadavkami integrovaného záchranného systému. Okrem toho je veľkosť trhu s komerčnými koncovými zariadeniami o jeden rád až dva rády väčšia ako veľkosť trhu s koncovými zariadeniami pre oblasť integrovaného záchranného systému.
- Obchodný model by mal zahŕňať všetky zainteresované subjekty, ktoré sú zapojené do aplikácie zariadení pre integrovaný záchranný systém vrátane výrobcov, organizácií pre ochranu obyvateľstva, regulátorov, certifikačných orgánov a poskytovateľov telekomunikačných služieb.
- V analýze by sa mali vziať do úvahy rozdielne funkcionality a cenové aspekty pre ručné koncové zariadenia, vozidlové koncové zariadenia a základňové stanice. Vozidlové terminály sú obvykle 3 krát až 4 krát drahšie, ako ručné koncové zariadenia a z hľadiska rádiového pokrytia a spracovania signálu majú zvyčajne zvýšené spôsobilosti.

### 7.3.1 Architektúra komunikačného softvéru

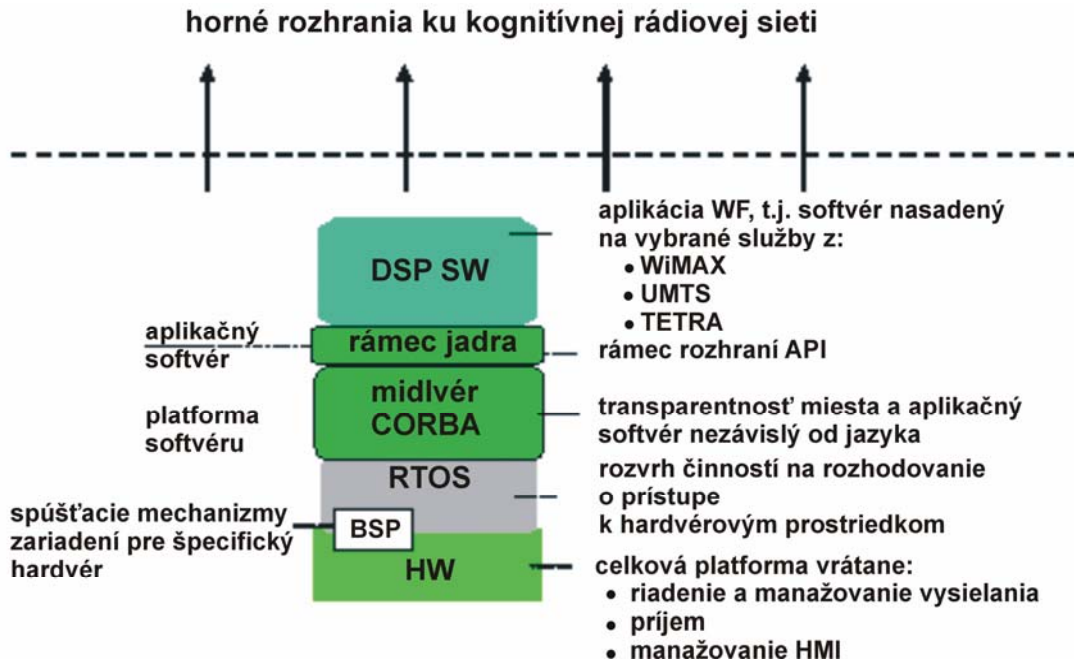
Architektúra komunikačného softvéru znázornená na obrázku 14 je typickým riešením použitým na integrovanie komponentov softvéru na platformu rádia definovaného softvérom. Svet rádia definovaného softvérom pokrýva v súčasnosti mnoho aplikácií od spotrebiteľských k privátnym komunikáciám a vojenskému využitiu. Z tohto posledne menovaného prostredia sa potreba opätovného využitia a prenositeľnosti softvéru dostala do definície architektúry komunikačného softvéru, ktorá umožňuje opätovné využitie softvéru pomocou extrémnych abstrakcií z platformy hardvéru. Architektúra komunikačného softvéru je zobrazená na obrázku 15.



Obrázok 17 – Architektúra komunikačného softvéru

Komponenty zabezpečujúce abstraktnú úroveň softvéru vyššie uvedenej architektúry sú midlvér CORBA a jeho rozhrania API určené definičným jazykom rozhraní IDL. Prijatie midléru nevyžaduje platiť poplatky súčasným dodávateľom implementácie CORBA. Dodávatelia bezdrôtových zariadení pre komerčný a profesionálny trh teda v súčasnosti odmietajú prijatie riešení ako architektúru komunikačného softvéru len preto, že dnes nevidia skutočnú obchodnú príležitosť osvojiť si novú architektúru softvéru vyžadujúcu ďalšie procesné zdroje na zvládnutie mimoriadnych výdavkov, ktoré dodatočné komponenty CORBA požadujú. Súčasné najmodernejšie technológie poskytujú zariadenia DSP, ktoré sú z hľadiska výkonnosti čoraz účinnejšie. Odmietnutie nie je kvôli vývoju nového softvéru. Dodatočný softvér, ktorý treba začleniť na realizovanie rozhraní API CORBA tvorí z hľadiska softvéru DSP, spoločného pre všetky vyššie uvedené architektúry skutočne malé percento.

Hlavné poučenie, ktoré z toho doteraz vyplýva, je nesústredovať úsilie na kompletné definovanie alebo normalizovanie architektúry softvéru. Miesto toho by sme teraz mali našu snahu koncentrovať na rozvíjanie podmienok vytvárajúcich nákladovo efektívny nový obchodný model, kde sa môžu zaraďovať nové prístupové technológie zabezpečované s rekonfigurovateľnými rádiovými systémami. Toto podporí aj podnikanie so softvérom, ktorý sa týka tvarov signálov a aplikácií pre heterogénnych používateľov. Odporúčaním je zamerať normalizačné úsilie na definovanie horných rozhraní koncových zariadení a základňových staníc (obrázok 18) miesto vymedzovania vnútorných rozhraní a architektúr.



**Obrázok 18 – Horné rozhrania rádia definovaného softvérom**

### 7.3.2 Európska architektúra softvérového rádia ESRA

Projekt WINTSEC (pozri článok 4.2.6) uskutočnil analýzu architektúry európskeho softvérového rádia ESRA, vzhľadom na požiadavky pre integrovaný záchranný systém. Výstup D7.1 projektu WINTSEC opisuje rámcové jadro ESRA, zatiaľ čo výstup D3.2 poskytuje pre ESRA analýzu a posúdenie vyspelosti. Výstup D3.2 stanovuje maticu súladu s požiadavkami pre integrovaný záchranný systém opísanými vo výstupe D3.1 projektu WINTSEC.

Aktivity v definovaní a analýzach rámca ESRA ešte pokračujú v projekte FP7 EULER (pozri článok 4.2.4).

Keďže rámec ESRA je zameraný najmä na definovanie architektúry platformy rádia definovaného softvérom, koncové zariadenia a základňové stanice, nesúvisí táto aktivita úzko s týmto dokumentom, ktorý sa sústreďuje na systémové aspekty. Definovanie externých rozhraní a správanie platformy rekonfigurovateľných rádiových systémov má byť konzistentné so systémovými aspektmi definovanými počas normalizačnej etapy.

Odporúčaním je, že budúci proces normalizácie pre využitie rekonfigurovateľných rádiových systémov v integrovanom záchrannom systéme sa má zladit' s vymedzením ESRA a aktivitami v projekte FP7 EULER.

## 7.4 Závěry

Predchádzajúce články poskytli prehľad možných architektúr koncových zariadení založených na rádiu definovaného softvérom v oblasti integrovaného záchranného systému. Hoci je architektúra komunikačného softvéru pre rádio definované softvérom najvýznačnejšou architektúrou, nie je ešte jasné, či je alebo nie je aplikovateľná v oblasti integrovaného záchranného systému, keďže bola vyvinutá pre prípady podnikania, ktoré sa pre trh integrovaného záchranného systému nemusia použiť. Odkazy [i.4] a [i.7] poskytujú určité poučenie o vplyve využívania architektúru komunikačného softvéru a výhodách, ktoré prináša. To je prípad aj architektúry rádia definovaného softvérom pre mobilné zariadenia [i.34], ktorej aplikovateľnosť v oblasti integrovaného záchranného systému vyžaduje ďalšie skúmanie kvôli odlišným požiadavkám integrovaného záchranného systému v porovnaní s komerčnými požiadavkami. Pokiaľ ide o ESRA, aktivity pokračujú podľa projektu EULER. Odporúča sa, aby budúci normalizačný proces pre využitie rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti integrovaného záchranného systému vzal do úvahy vymedzenie ESRA a aktivity prebiehajúceho projektu FP7 EULER.



## 8 Skúmanie aplikácie/integrovaní/vývoja/st'ahovania zo súčasných infraštruktúr a zariadení

### 8.1 Zvažovanie nákladov, životný cyklus/konečná cena/prenositel'nosť softvéru/aplikácia

V tomto dokumente sú nejaké zmienky o prenositeľnosti softvéru v tom zmysle, že sa má preukázať spôsobilosť architektúry softvéru rádia založenej na rekonfigurovateľných rádiových systémoch umožniť integrovanie knižníc tretích strán s malým úsilím. Tento aspekt je vecou aj vnútornej architektúry softvéru, ktorú už riadia orgány ako Fórum rádia definovaného softvérom a OMG. Tento dokument sa zmieňuje o prenositeľnosti softvéru skôr preto, aby preskúmal kompromis súvisiaci s nákladmi zariadení zabezpečených z prevádzkových a funkčných požiadaviek, systémových aspektov, a z ďalších ekonomických zásad daných životným cyklom a úvahami o obchodnom modeli.

#### 8.1.1 Úvod

Rekonfiguračná spôsobilosť rádiového systému, koncového zariadenia alebo základňovej stanice, ručnej alebo vozidlovej verzie stavia systém nie ako súčasné rádiové zariadenia prispôbené špecifickému rádiovéj norme (napríklad TETRA) alebo súboru homogénnych noriem (napríklad viacnásobné pásmo GSM/UMTS), ale vyžaduje, aby bol systém spôsobilý meniť svoju funkčnosť na sieťovej úrovni NET, linkovej úrovni MAC a fyzickej úrovni PHY, aby sa tak prispôboval konkrétnym prevádzkovým podmienkam. Kombinácia funkcií NET-MAC-PHY zabezpečuje reakcie tvaru signálu.

Zmieňujeme sa tu o tvare signálu waveform, ako o súbore modulov softvéru vyvinutých na to, aby spĺňovali rozsah funkcií špecifikovaných rádiovým komunikačným profilom, ktorý sa môže stať oficiálnou normou na medzinárodnej úrovni alebo to má byť všeobecne prijatý interoperabilný profil.

Moduly softvéru raz inštalované na rekonfigurovateľné rádiové systémy umožnia vykonávať vyššie uvedený rozsah funkcií.

Rekonfiguračná spôsobilosť vyžaduje súbor tvarov signálov, prevádzkové a funkčné režimy podľa normy, ktoré sa môžu vybrať a inštalovať v súlade s prevádzkovými potrebami.

Prevádzkovateľ, ktorý už vlastní rekonfigurovateľné rádiové systémy, môže neskôr dostať jeden alebo viac tvarov signálov na aktualizovanie rozsahu funkcií rekonfigurovateľného rádiového systému, aby sa pripravil na ďalšie blížiacie sa prevádzkové potreby. Nový tvar signálu sa môže okrem toho dodať ako dôsledok novej normy.

Rekonfiguračná spôsobilosť nie je uskutočňovaná len aktiváciou nových tvarov signálov, ale je realizovaná aj vykonávaním nových politík, to znamená pravidiel a súborov charakteristík, ktoré ovplyvňujú prevádzkové podmienky. Uplatňujú sa napríklad na nastavovanie sietí:

- identifikovanie rovnocenných rádii a určovanie ich statusu konektivity;
- autentifikáciu kompatibilných rekonfigurovateľných rádii;
- prispôsobovanie topológie siete;
- rekonfigurovanie prenosových charakteristík vrátane frekvencie, prenosovej rýchlosti atď.

Uvedené pravidlá sa môžu považovať za vyšší protokol závislý od nižších úrovní tvaru signálu NET/MAC/PHY. Tento protokol by sa mohol uplatňovať kvôli súladu s vnútroštátnou alebo cezhraničnou politikou.

Všetky vyššie uvedené otázky majú reálny súvis so všetkými témami zmienenými v tomto článku a tu vymenovanými:

- cena koncových zariadení;
- aplikácia;
- prenositeľnosť softvéru a súvisiaci obchodný model;
- životný cyklus.

### **8.1.2 Cena koncových zariadení**

Cena koncových zariadení schopných rekonfigurovať svoje spôsobilosti prostredníctvom aktivácie funkcionality nových tvarov signálov a politík je obmedzená súvisiacimi technickými problémami a potenciálnymi prvkami, ktoré môže rekonfigurovateľný rádiový systém poskytnúť. Technické problémy spočívajú v dodatočných komponentoch architektúry softvéru potrebných na uskutočnenie a riadenie samotnej rekonfigurácie. Potenciálne prvky sú systémové spôsobilosti, ktoré rekonfigurovateľný rádiový systém ponúka prispôsobujúc sa odlišným podmienkam siete a politikám. Pre zákazníka je okrem toho potenciálnym prvkom možnosť neviazať sa dodávateľovi rekonfigurovateľného rádiového systému na nasledujúce aktualizovanie tvaru signálu. Aj toto podnecuje niektoré témy obchodných modelov.

### **8.1.3 Aplikácia**

Téma aplikácie koncových zariadení sa môže v tomto dokumente postaviť do vzťahu k prevádzkovým aj funkčným požiadavkám. Prevádzková potreba môže vyžadovať nasadenie niekoľkých koncových zariadení na rýchlu reakciu v kríze pri mimoriadnej udalosti, spôsobilých opätovne zriadiť rádiové komunikácie v oblasti zasiahnutej prírodnou katastrofou alebo teroristickým útokom. Podmienky rádiového pokrytia sa môžu predvídať, no môžu sa počas mimoriadnej udalosti zmeniť, takže koncové zariadenia sa musia prispôsobiť novým podmienkam. Ako vo vojenskom prostredí, aj pre integrovaný záchranný systém môžu prevádzkové podmienky požadovať rekonfiguračnú spôsobilosť siete založenej na viacerých koncových zariadeniach a základňových staniciach. Navyše, prístup typu Network Centric, už známu na vojenskej strane, by sa mohol aplikovať v integrovanom záchrannom systéme, aby sa umožnil prenos informácií vo viacpoužívateľskom heterogénnom prostredí. Príkladom tohto postupu je sieťový priechod pre viacprístupové technológie spôsobilý riadiť V/UHF, GSM/UMTS, TETRA a širokopásmové spoje, aby sa umožnila interoperabilita medzi používateľmi zo zložiek integrovaného záchranného systému, ako sú oddelenia hasičov, oddelenia polície a monitorovacie a výstražné agentúry.

Iná situácia by mohla vyžadovať rekonfiguráciu koncových zariadení alebo základňových staníc už rozmiestnených v oblastiach, kde sa majú šíriť nové služby. Pre scenár prekonania digitálneho predelu by sa napríklad mohli základňové stanice rozmiestniť už v rámci pokrytia GSM/UMTS rekonfigurované, aby vykonávali dodatočné služby ako širokopásmové komunikácie a podporu pre činnosť používateľov integrovaného záchranného systému.

### **8.1.4 Prenositeľnosť softvéru a súvisiaci obchodný model**

V Európe niektoré programy financované EC a EDA pracujú na spoločnej architektúre rekonfigurovateľných rádiových systémov, alebo rádia definovaného softvérom, a na definovaní spoločného európskeho pohľadu na prenositeľnosť tvaru signálu (pozri článok 7.3.2), zatiaľ čo ETSI pracuje na systémových funkcionalitách rekonfigurovateľného rádiového systému a budúcej normalizácii.

Prenositeľnosť softvéru je témou týkajúcou sa všetkých vyššie uvedených orgánov, pretože vďaka rekonfiguračnej spôsobilosti úzko súvisí s niekoľkými problémami. Medzi týmito problémami spoločnými otázkami sú pravidlá určujúce definovanie knižníc tvarov signálov, dokumentácie a certifikácie a obchodný model, ktorý sa môže uplatniť, aby sa to všetko dalo realizovať z ekonomického hľadiska.

Podnikanie s prenositeľnosťou tvarov signálov by sa mohlo odvodzovať od potenciálu vytvárania viacerých knižníc zapíňaných tvarmi signálov vyvíjanými veľkým počtom spoločností, ktoré budú produkovať aj dokumentáciu pre tvary signálov na spoločné využívanie medzi používateľmi. Každá položka v knižnici sa má odskúšať, očakávané funkcionality sa majú overiť a certifikovať so stanovenými rozhraniami API atď.

Vo vojenskej oblasti je obvykle výmena tvarov signálov založená na obchodných dohodách medzi rozličnými krajinami, v rámci špecifických programov rozbehnutých napríklad v EDA. EDA zvyčajne naozaj podporuje vývoj tvarov signálov, ktoré sú spoločne využívané medzi zúčastnenými partnermi.

Pre armádu a nie pre obchodovanie môžu tvary signálov využívať strany, ktoré sa na vývoji nezúčastnili, ale rozhodli sa využívať tvar signálu a kúpiť si ho, spolu s podporou prenositeľnosti. Keď raz má krajina vyvinutý tvar signálu a je autorizovaný na obchodné využívanie pre tretie strany, stáva sa záležitosťou vzťahu predajca-klient. Cudzia krajina si zakúpi tvar signálu, výpomoc, podporu pre prenositeľnosť a potom prikróčí k integrovaniu v rámci platformy.

Obchod vznikne, len čo sa ho zúčastnia nové spoločnosti alebo sú vytvorené vedľajšie produkty, ktoré dávajú pre prenositeľnosť tvarov signálov potrebnú podporu.

Vyššie uvedený postup sa má prepojiť s certifikačným procesom, ktorý stále vyžaduje, aby koncové zariadenia vyhovovali požiadavkám rádiokomunikačnej normy, ktorá tvar signálu splňuje.

Zainteresované subjekty zapojené do obchodného modelu pre prenositeľnosť tvarov signálov vo vojenskej oblasti sú:

- vojenský zákazníci z rozličných krajín;
- poskytovatelia tvarov signálov;
- uprostred, ako sprostredkovateľa medzi obrannou agentúrou a priemyslom, máme Európsku obrannú agentúru EDA.

Pokiaľ ide o záchranné systémy, zainteresované subjekty zapojené do obchodného modelu pre prenositeľnosť tvarov signálov sú:

- koncoví používatelia z rôznych krajín;
- poskytovatelia tvarov signálov;
- uprostred, ako sprostredkovateľa medzi koncovými používateľmi a priemyslom, mohli by sme mať nejaký európsky orgán ako ETSI;
- výrobcovia koncových zariadení a infraštruktúry rekonfigurovateľného rádiového systému.

Poskytovatelia tvarov signálov ponúkajú tvary signálov, ale garantujú aj požadovanú podporu pre integrovanie a pre prenositeľnosť takýchto tvarov signálov spolu s ďalšími zainteresovanými subjektami. V tomto scenári sa môže mnoho krajín organizovať v konzorcium na vývoj tvarov signálov. Tento proces môže prirodzene počítať s certifikovanými spoločnosťami. Keď je raz knižnica tvarov signálov vyvinutá, môže sa predávať v distribučnej fáze, a potom by sa mala aktualizovať v súlade s novými normami a môžu sa ponúkať nové služby ako sú služby typu porting a on-site support. Tento druh služieb bude poskytovaný priemyslom alebo vedľajšími produktmi, ktoré sa môžu certifikovať. Prenositeľnosť okrem toho vyžaduje spoločné úsilie medzi poskytovateľmi tvarov signálov a poskytovateľmi platformy rekonfigurovateľných rádiových

systémov, aby sa odlišné tvary signálov integrovali do určitej platformy. Toto sa môže stať vážnym problémom, keďže aj poskytovateľ tvarov signálov aj poskytovateľ platformy rekonfigurovateľných rádiových systémov majú spoločne požívať ekonomické výhody komercializácie rekonfigurovateľných rádiových systémov.

Obchodný a organizačný model môžu takisto zistiť, pre ktorú oblasť sa môže prenositeľnosť tvarov signálov aplikovať. Sú tri rozličné oblasti, kde sa môžu služby pre tvary signálov poskytovať, ako je znázornené na obrázku 19. Pre každú oblasť sú identifikované hlavné hnacie mechanizmy/výhody a úlohy.

Oblasť obrany	Oblasť integrovaného záchranného systému	Komerčná oblasť
interoperabilita pre spoločné/koaličné operácie	interoperabilita na miestnej/vnútroštátnej/regionalnej úrovni	viacnásobné štandardné odovzdávanie
mnoho vojenských tvarov signálov	vysoký počet tvarov signálov, ale stále menej ako v oblasti obrany	zvyšujúci sa počet tvarov signálov
prísne bezpečnostné požiadavky	prísne/stredné bezpečnostné požiadavky	nízke bezpečnostné požiadavky
dlhý životný cyklus	dlhý/stredný životný cyklus	stredný/krátky životný cyklus
veľký zákaznícky rozpočet	stredný zákaznícky rozpočet	stredný/nízky zákaznícky rozpočet
prísny certifikačný proces	prísny/stredný certifikačný proces	slabý certifikačný proces
stredný počet používateľov/koncových zariadení	stredný počet používateľov/koncových zariadení	veľmi veľký počet používateľov/koncových zariadení

**Obrázok 19 – Obmedzenie trhu a obchodný model pre rekonfigurovateľné rádiové systémy/rádia definovaného softvérom**

Certifikovaný poskytovateľ tvarov signálov môže zabezpečovať pre priemysel a koncových používateľov tieto základné dáta alebo služby:

- spôsobilosť so spoluúčasťou na zmluvnej dohode s priemyslom alebo s koncovými používateľmi za účelom poskytovať relevantné dáta a služby;
- spôsobilosť chrániť dôležité IPR;
- udržiavať a aktualizovať softvér pre tvary signálov podľa programových chýb alebo vývoja noriem/špecifikácií vrátane svojej dokumentácie;
- spôsobilosť zabezpečovať účinnú inžiniersku podporu pre umiestňovanie softvéru tvarov signálov do kompatibilných rekonfigurovateľných rádiových systémov;
- prihliadať k vnútroštátnym obmedzeniam a požiadavkám.

Definovanie a zorganizovanie takéhoto procesu a usporiadania by mohlo byť dosť náročné a v jedinej fáze ťažko dosiahnuteľné. Môže sa zvoliť pozvoľný prístup.

Analýza o prenositeľnosti tvarov signálov a súvisiacom modeli nemôže byť úplná bez úvah o nákladoch. Architektúra softvéru, ktorá podporuje prenositeľnosť softvéru a súvisiaci obchodný/organizačný model opísaný v tomto článku, môže znamenať vysoké náklady vo výrobe a aplikácie koncových zariadení a infraštruktúry rekonfigurovateľných rádiových systémov. Aj keď môže technológia rekonfigurovateľných rádiových systémov a prenositeľnosť priniesť jasné výhody, tieto dodatočné náklady sa dajú organizáciami pre ochranu obyvateľstva ťažko akceptovať.

Architektúra rekonfigurovateľných rádiových systémov, ktorá zabezpečuje úplnú prenositeľnosť softvéru, môže mať navyše vplyv na energetickú spotrebu alebo využitie batérií v koncových zariadeniach rekonfigurovateľných rádiových systémov. Takáto architektúra nemusí potvrdzovať požiadavky na energetickú spotrebu definované v TR 102 745 [i.29].

### 8.1.5 Životný cyklus

Koncepcia rekonfigurovateľných rádiových systémov presunula uplatnenie životného cyklu z celkového koncového zariadenia na tvar signálu. Predstava životného cyklu koncových zariadení rekonfigurovateľných rádiových systémov sa môže aplikovať len z technologického hľadiska, aby sa zvýšila výkonnosť spracovania alebo na riadenie morálneho opotrebovania.

Zavedenie rekonfigurovateľného rádiového systému znamená zvýšenie celkovej výkonnosti, ktorá sa môže zabezpečovať rozličnými architektúrami softvéru spôsobilými uskutočňovať minimálnu úroveň rekonfigurácie a prenositeľnosti softvéru. Táto posledná spôsobilosť úzko súvisí s aplikovaním špecifickej architektúry softvéru, umožňujúcej náležitú úroveň abstrakcie hardvéru. Prijatie lepšieho kandidáta architektúry softvéru ako budúcej normy obmedzí životný cyklus, ktorý budú mať na trhu budúce rekonfigurovateľné rádiové systémy. V súčasnosti je najznámejším kandidátom na normu architektúry komunikačného softvéru, momentálne pod riadením orgánov ako je Fórum rádia definovaného softvérom a OMG. Architektúra komunikačného softvéru, tak ako je alebo s určitými úpravami pre špecifické trhy, zdá sa dnes pre architektúru softvéru rekonfigurovateľných rádiových systémov rozumným riešením.

## 8.2 Vplyv na organizačné štruktúry a postupy

Organizácie pre ochranu obyvateľstva stanovili postupom času zjednotené prevádzkové postupy založené na skúsenostiach z riešení mnohých rozmanitých typov kríz pri mimoriadnych udalostiach.

Jedným z hlavných rizík pri prijímaní nových technológií je vplyv na prevádzkové postupy, organizačné štruktúry a procesy. Tento vplyv by sa mal minimalizovať, inak vzniká nebezpečenstvo odmietnutia alebo nedostatočného upotrebenia novej technológie.

Toto sa týka predovšetkým inovatívnych technológií ako sú rekonfigurovateľné rádiové systémy.

Na návrh a aplikácia bude technológia rekonfigurovateľných rádiových systémov dosť zložitá. Takáto zložitosť sa má respondérom integrovaného záchranného systému skryť z množstva dôvodov:

- Krízy pri mimoriadnych udalostiach sú charakterizované veľmi rýchlymi časmi reakcií. Ak sa koncové zariadenie prevádzkuje ťažko a má nízku použiteľnosť, ovplyvní to negatívne prevádzkovú efektívnosť.
- Organizačné štruktúry a postupy boli v oblasti integrovaného záchranného systému definované ako výsledok mnohých rokov zvládania a riešenia ťažkých a nebezpečných scenárov. V organizáciách pre ochranu obyvateľstva je silný odpor k zmenám. Nové technológie ako rekonfigurovateľné rádiové systémy sa majú prispôbiť existujúcim organizačným štruktúram a postupom. Zmeny sú aj tak možné len vtedy, keď sa výhody jasne rozpoznejú, napríklad väčšia šírka pásma.
- Kým niektoré organizácie pre ochranu obyvateľstva dostanú vysokú úroveň výcviku, niektoré ďalšie, napríklad dobrovoľnícke organizácie nemusia byť na využívanie sofistikovaných technológií náležito pripravené.

Záverom sa dá konštatovať, že normalizačné úsilie o aplikovanie technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov v oblasti integrovaného záchranného systému má vyústiť do zhodnotenia vplyvu na organizačné štruktúry a postupy v organizáciách pre ochranu obyvateľstva.

## 8.3 Úvahy o hodnotení a skúšaní

### 8.3.1 Certifikácia

Na plné zužitkovanie technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov a zabezpečenie jej patričného využívania organizáciami pre ochranu obyvateľstva sa požadujú regulačné zmeny, ktoré budú zodpovedať novým modelom certifikácie.

Náklady na certifikáciu zložitej technológie ako sú rekonfigurovateľné rádiové systémy môžu byť také vysoké, že môžu zablockovať osvojenie si tejto technológie.

Ďalšou otázkou je to, že regulačné politiky a postupy integrovaného záchranného systému sú v každej krajine Európy odlišné, takže pre technológiu rekonfigurovateľných rádiových systémov môže byť v Európe viac ako jeden certifikačný proces.

Odporúča sa, aby agentúry integrovaných záchranných systémov začali uvažovať o potrebných zmenách pre svoje certifikačné a schvaľovacie postupy, aby mohli ťažiť zo spôsobilostí technológie rekonfigurovateľných rádiových systémov.

### 8.3.2 Meranie a testovanie rádiových rušení

V porovnaní s tradičným statickým prístupom pridelovania pásiem frekvenčného spektra licencovaným používateľom môže technológia rekonfigurovateľných rádiových systémov a dynamické frekvenčné manažovanie riziko rádiového rušenia významne zvýšiť.

Toto je dôležitá oblasť skúmania rádiového rušenia; následná degradácia kvality služby QoS nemusí byť pre organizácie pre ochranu obyvateľstva prijateľná.

Rádiové rušenia môžu nastať z viacerých príčin vrátane:

- skrytý uzol rekonfigurovateľného rádiového systému môže vysielat' s výkonovou úrovňou, ktorá spôsobí škodlivé rušenie;
- realokovanie pásiem frekvenčného spektra počas kríz pri mimoriadnych udalostiach nemusí byť okamžité; prechodná fáza môže privodiť škodlivé rádiové rušenie;
- ak je počas krízy pri mimoriadnej udalosti prijaté spoločné využívanie frekvenčného spektra s komerčnou oblasťou, rádiové rušenie sa môže generovať komerčnými sieťami, ktoré neboli vyradené z činnosti;
- bezpečnostné útoky zločincov, ktorí by radi narušili komunikáciu v integrovanom záchrannom systéme; táto hrozba je zjavne prítomná aj v sieťach typu nerekonfigurovateľných rádiových systémov.

Odporúča sa vyhodnotiť vplyv dynamického riadenia frekvenčného spektra, pokiaľ ide o interferenčný šum a charakteristiky kvality služby ako je EVM, BER a PER. Vyhodnotenie by sa malo uskutočniť prostredníctvom simulačných (pozri aj článok 6.4.4) a meracích aktivít.

Pri zisťovaní a prípadnom lokalizovaní zdrojov rádiového rušenia má zásadnú úlohu snímanie frekvenčného spektra v sieťach rekonfigurovateľných rádiových systémov.

---

**História**

<b>História dokumentu</b>		
V1.1.1	Marec 2010	Zverejnenie