

Ministerstvo vnitra ČR
odbor provozu informačních technologií a komunikací

Zajištění mobilních komunikací bezpečnostních a záchranných složek

Praha, březen 2018

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. ÚVOD | 11 |
| 1.1. Důvody zpracování | 11 |
| 2. Komunikační potřeby složek PPDR | 12 |
| 2.1. Obecné požadavky na systémy PPDR | 13 |
| 2.2. Požadavky na služby poskytované systémy PPDR | 14 |
| 2.3. Stav technologické standardizace | 18 |
| 2.3.1 Standardy 3GPP pro systémy BB-PPDR | 19 |
| 2.3.1.1. Přípravenost systémů BB-PPDR | 20 |
| 2.3.1.2. Dostupnost systémů BB-PPDR | 23 |
| 2.3.2 Standardizace 3GPP a modely MVNO | 23 |
| 2.4. Rádiové spektrum pro komunikaci PPDR | 24 |
| 2.4.1 Kmitočtová pásma pro systémy BB-PPDR | 24 |
| 2.4.1.1. Aktuální stav rozhodnutí a doporučení | 24 |
| 2.4.1.2. Možná řešení alokace spektra v Pásmech 700, 450 a 400 | 25 |
| 2.4.1.3. Vztah spektra pro systémy BB-PPDR a standardizace 3GPP | 26 |
| 2.4.1.4. Potřebné kapacity pro různé činnosti a operace PPDR | 29 |
| 2.4.2 Dlouhodobá udržitelnost spektra | 30 |
| 2.4.2.1. Systémy BB-PPDR | 30 |
| 2.4.3 Srovnání alokace spektra pro krizovou komunikaci s alokací pro veřejné služby | 30 |
| 2.4.4 Zdůvodnění potřebného rádiového spektra v Pásmu 700 pro systémy BB-PPDR | 33 |
| 3. Víze, mise a cíle | 34 |
| 3.1. Cíle | 35 |
| 3.1.1 Stanovení technologických opatření potřebných pro zajištění služeb komunikace PPDR | 36 |
| 3.1.2 Identifikace a zajištění vhodného rádiového spektra | 37 |
| 3.1.3 Zajištění dlouhodobě udržitelného rozvoje a provozu | 37 |
| 4. Rámec Cílového řešení | 38 |
| 4.1. Cílové řešení | 38 |
| 4.1.1 Komponenty Cílového řešení | 39 |
| 4.1.2 Parametry Cílového řešení | 43 |
| 4.2. Postup nasazení a migrace na Cílové řešení | 46 |
| 4.2.1 Orientační harmonogram implementace | 46 |
| 4.3. Další aspekty spojené s implementací systému BB-PPDR | 47 |
| 4.3.1 Možné změny v souvislosti s předpokládaným vývojem v oblasti telekomunikací a systémů PPDR | 47 |
| 4.3.2 Cílové řešení jako prvek KI a KII | 47 |
| 4.3.3 Rozšíření alokace spektra pro komunikaci PPDR mimo Pásmo 700 | 48 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Subjekty vstupující do technologické standardizace systémů PPDR | 19 |
| Obrázek 2: Cíle standardizace technologie 5G [ITU-R IMT 2020 requirements] | 22 |
| Obrázek 3: Kategorizace modelů MVNO | 24 |
| Obrázek 4: PPDR ve spektru harmonizovaném pro MFCN | 25 |
| Obrázek 5: PPDR v ochranném pásmu | 26 |
| Obrázek 6: PPDR v kombinaci MFCN a vyhrazeného spektra | 26 |
| Obrázek 7: PPDR v Pásmech 400, 450 | 26 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 8: Bandy 3GPP v Pásmu 700..... | 27 |
| Obrázek 9: Bandy 3GPP v Pásmu 450..... | 27 |
| Obrázek 10: Srovnání alokovaného spektra..... | 31 |
| Obrázek 11: Globální roční mobilní datový provoz (v exabytech)..... | 32 |
| Obrázek 12: Predikce využití kapacit pro krizovou komunikaci..... | 32 |
| Obrázek 13: Obecné schéma postupu při vytváření řešení..... | 34 |
| Obrázek 14: Evoluce komunikačních prostředků využívaných složkami PPDR..... | 35 |
| Obrázek 15: Cílové řešení..... | 38 |
| Obrázek 16: Model Full S-MVNO..... | 42 |
| Obrázek 17: Zabezpečení Full S-MVNO..... | 43 |
| Obrázek 18: Postup nasazení a migrace na Cílové řešení..... | 46 |
| Obrázek 19: Orientační harmonogram implementace..... | 47 |

Seznam tabulek

| | |
|---------------------------------------|----|
| Tabulka 1: Kalendář releasů 3GPP..... | 23 |
| Tabulka 2: Pojetí tvorby..... | 34 |

Definice pojmů a zkratek

Vzhledem k neustálené terminologii v českém jazyce jsou definice použitých pojmů a zkratek platné v kontextu a pro účel tohoto dokumentu.

| Pojem | Definice |
|-----------------|--|
| aplikace PPDR | Aplikací se rozumí uplatnění služby nebo skupiny služeb za použití systému PPDR či jeho komponent, procesů a postupů (např. skupinová komunikace, sledování biometrických dat). |
| Cílové řešení | Nová generace komplexního prostředí uživatelských služeb a odpovídajících aplikací, technologií a infrastruktury (tj. systémů PPDR) pro potřeby složek PPDR. |
| komunikace PPDR | Přenos / výměna informací v rámci a mezi systémy PPDR nebo mezi systémy PPDR a dalšími komunikačními prostředky (např. sítěmi veřejných mobilních operátorů). |
| národní roaming | Smluvní dohoda mezi mobilními operátory (veřejnými / neveřejnými) umožňující operátorům využití rádiových přístupových sítí a částečně jádra systému za účelem provozování služeb v geografických oblastech bez pokrytí území vlastním signálem. Uživatelské služby poskytuje jádro domácí sítě s případnými omezeními danými smlouvou. Stejný princip je uplatněn pro mezinárodní roaming. |
| operace PPDR | Operace jedné či více jednotek složky nebo složek PPDR v rámci události PPDR. |
| Pásmo 390 | Kmitočtové pásmo 380 až 400 MHz. |
| Pásmo 400 | Kmitočtové přiděly na základě individuálních oprávnění v pásmu mezi 400 a 450 MHz. |
| Pásmo 450 | Kmitočtové pásmo 450 až 470 MHz. |
| Pásmo 700 | Kmitočtové pásmo 694 až 791 MHz. |
| PPDR | Public Protection and Disaster Relief – „ochrana obyvatelstva a zmírnění následků katastrof“ – termín definovala ITU [(ITU-R) Resolution 646 během Světové konference rádiové komunikace – World Radiocommunication Conference 2003 (WRC-03)] <ul style="list-style-type: none"> • PP (public protection) – organizace a složky pověřené udržováním práva a pořádku, ochranou životů a zdraví a majetku, řešením stavů nouze • DR (disaster relief) – složky a organizace zabývající se řešením krizových situací (způsobených přírodními katastrofami, lidskou činností či nepředvídatelnými nehodami), jež ohrožují lidské životy, zdraví, majetek a/nebo životní prostředí. |
| sdílení sítí | Řešení srovnatelné s národním roamingem, liší se technickou realizací na rádiové přístupové vrstvě, kdy sdílená síť vysílá více identifikátorů. Přínosem z pohledu uživatele je rychlejší přechod mezi sítěmi. |

| Pojem | Definice |
|--|---|
| složka PPDR | Z pohledu legislativního rámce ČR jde o základní a ostatní složky integrovaného záchranného systému a další složky či organizace, jejichž účast na jakékoli činnosti PPDR je do budoucna pravděpodobná – např. obecní policie, ochrana železnic (SŽDC), ochrana kritické infrastruktury, Věžeňská služba, Celní správa, Horská služba, složky Armády ČR atd. |
| systém BB-PPDR | Broadband PPDR – systém PPDR poskytující širokopásmové služby na bázi technologie LTE/5G dle standardů 3GPP. Skládá se z vlastního jádra, rádiové přístupové sítě (nebo sítí), koncových zařízení, příslušenství a aplikací. |
| systém PEGAS | Radiokomunikační systém MV ČR využívaný složkami IZS (hromadná radiokomunikační síť IZS) na bázi technologie TETRAPOL. |
| systém PPDR | Radiokomunikační systém, příslušné terminály a uživatelské služby s nimi spojené (např. systém PEGAS nebo také systém BB-PPDR). |
| širokopásmová komunikace | V kontextu tohoto dokumentu jde o přenos / výměnu informací s využitím technologie na bázi standardů 3GPP. Pokrývá hlasové, datové a doplňkové služby provozované na systému BB-PPDR. Z pohledu přenosových rychlostí jde minimálně o jednotky Mbit/s. |
| událost PPDR | Situace ohrožující lidské životy a zdraví, majetek, dodržování práva, či životní prostředí, případně odstraňování následků takovéto situace (dopravní nehoda, požár, demonstrace, ochrana významné osoby atp.) a vyžadující činnost složek PPDR. |
| veřejný mobilní operátor | Provozovatel veřejné komunikační sítě poskytující mobilní komunikační služby na komerční bázi (např. O ₂ , T-Mobile, Vodafone). |
| zájmové území | Území, na němž je prioritně požadováno pokrytí rádiovým signálem systému PPDR. |
| (izolovaný) systém taktického nasazení | Mobilní předkonfigurovaný systém, obvykle v rozsahu jedné rádiové buňky, který je vhodný k nasazení v oblastech bez pokrytí signálem standardního celoplošného systému PPDR nebo v případě výpadku jeho signálu. Jde o případy využití, kdy je vhodné mít v daném zájmovém území malého rozsahu zcela nezávislý komunikační prostředek (např. zásahová jednotka, ochrana významné osoby při převozu, zásah složek PPDR v komplikovaném terénu). Tento systém může být případně připojen do systému PPDR, operačních a informačních středisek např. pomocí satelitního spojení, radio-reléového spoje |
| 3GPP Band | Pro účely tohoto dokumentu se rozlišují kmitočtová pásma obecně a specifická kmitočtová pásma určená pro mobilní komunikaci a definovaná v rámci ETSI / 3GPP. Pro specifická pásma v rámci 3GPP je ponecháno označení Band (např. Band 31, Band 28, či také B31 nebo B28). |

| Zkratka | Význam |
|---------|---|
| AAA | autentizace, autorizace a účtování (Authentication, Authorization and Accounting) |
| AČR | Armáda České republiky |

| | |
|-----------|---|
| AGA | komunikace s leteckými prostředky (Air – Ground – Air) |
| AMDS | Automated Message Delivery System |
| APN | název přístupového bodu ke službě s přenosem dat v technologii 2G/3G/LTE dle standardu 3GPP (Access Point Name) |
| ARS | analogová rádiová síť |
| ARS ZZS | analogové rádiové sítě ZZS |
| ATM | standard pro vysokorychlostní síťovou architekturu (Asynchronous Transfer Mode) |
| a. s. | akciová společnost |
| BB-PPDR | radiokomunikace PPDR využívající širokopásmové datové služby na bázi technologie LTE/5G dle standardů 3GPP (Broad Band Public Protection and Disaster Relief) |
| BSS | systemy pro podporu podnikání (Business Support Systems) |
| CC API/IS | rozhraní mezi systémem PEGAS a operačními a informačními středisky složek IZS |
| CCBG | pracovní skupina organizace TCCA zabývající se širokopásmovou krizovou komunikací (Critical Communications Broadband Group) |
| CEPT | Konference evropských správ pošt a telekomunikací (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) |
| C4FM | způsob kmitočtové modulace signálu (Continuous 4 level Frequency Modulation) |
| ČKA | Česká konsolidační agentura |
| ČR | Česká republika |
| ČTÚ | Český telekomunikační úřad |
| COTS | standardní, komerčně dostupný produkt (Commercial Off The Shelf) |
| DC | datové centrum |
| DMR | digitální komunikační standard pro systémy krizové komunikace (Digital Mobile Radio) |
| DR | zmírnění následků katastrof (Disaster Relief) |
| DRS | digitální rádiové sítě |
| DQPSK | způsob digitální modulace signálu (Differential Quadrature Phase-Shift Keying) |
| DTT | zemské digitální televizní vysílání (Digital Terrestrial Transmission) |
| DWDM | hustý vlnový multiplex – standard pro vysokorychlostní přenosové technologie (Dense Wavelength Division Multiplex) |
| D2D | komunikace v přímém režimu (Device To Device) |
| D2D cont. | rozšíření komunikace v přímém režimu |
| ECC | komise elektronických komunikací (Electronic Communications Committee) |
| EFSI | Evropský fond pro strategické investice |
| EIB | Evropská investiční banka |
| EIF | Evropský investiční fond |
| EK | Evropská komise |
| EKG | elektrokardiogram / elektrokardiograf |
| eMCDData | dílčí rozšíření videa pro krizové mise |

| | |
|-------------|--|
| enhMCPTT | dílčí rozšíření PTT pro krizové mise |
| ERDF | Evropský fond regionálního rozvoje |
| ESIF | Evropské strukturální a investiční fondy |
| ETOM | Business Process Framework |
| ETSI | Evropský institut pro standardizaci v oblasti telekomunikací (European Telecommunications Standards Institute) |
| EU | Evropská unie |
| FDMA | vícenásobný přístup k médiu pomocí kmitočtových pásem (Frequency Division Multiple Access) |
| FSK | způsob digitální modulace signálu (Frequency Shift Keying) |
| Full S-MVNO | plnohodnotný zabezpečený virtuální mobilní operátor (Full Secure Mobile Virtual Operator) |
| FUP | politika rovného přístupu k využití síťových prostředků (Fair User Policy) |
| GCSE | systémové rozšíření pro skupinovou komunikaci (Group Communication System Enablers) |
| GIS | geografický informační systém |
| GMSK | způsob digitální modulace signálu (Gaussian Minimum Shift Keying) |
| GPS | celosvětový systém určování polohy (Global Positioning System) |
| GROUPE | projekt Rozšíření funkcionalit pro skupinovou komunikaci navazující na GCSE (Group based Enhancements) |
| GSM | globální systém mobilních komunikací (Global System for Mobile Communications) |
| GSMA | Asociace GSM (Global System for Mobile Communications Association) |
| HW | počítačové vybavení (hardware) |
| HZS ČR | Hasičský záchranný sbor České republiky |
| IFN | inovativní finanční nástroje |
| IMT | sada specifikací pro telekomunikační systémy (International Mobile Telecommunications) |
| IoT | internet věcí (Internet of Things) |
| IOP | integrovaný operační program (2007–2013) |
| IOPS | provoz sítě v izolovaném módu (Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety) |
| IP | protokol síťové vrstvy (Internet Protocol) |
| IROP | integrovaný regionální operační program (2014–2020) |
| ISO | International Organization for Standardization |
| IT | informační technologie |
| ITIL | Information Technology Infrastructure Library |
| ITS MV | Integrovaná telekomunikační síť Ministerstva vnitra |
| ITU | Mezinárodní telekomunikační unie (International Telecommunication Union) |
| IZS | integrovaný záchranný systém |
| JIP | jednotka intenzivní péče |
| JSDH | jednotka sboru dobrovolných hasičů |

| | |
|--------------|---|
| JSVV | jednotný systém varování a vyrozumění |
| KI | kritická infrastruktura |
| KII | kritická informační infrastruktura |
| KPV | koncový prvek varování |
| KrizZ | zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon) |
| KU | komunikační uzel |
| LCT | linkově připojený terminál (Line Connected Terminal) |
| LTE | standard telekomunikačního systému Long Term Evolution |
| LEWP-RCEG | pracovní skupina pro vymáhání práva – expertní skupina radiokomunikací (Law Enforcement Working Party – Radio Communication Expert Group) |
| MBMS | adaptace multimediálního serveru pro krizové mise |
| MCCore | společná architektura pro krizové mise (Mission Critical Core) |
| MCD | data pro krizové mise (Mission Critical Data) |
| MCPTT | Push To Talk (PTT, viz níže) pro krizové mise (Mission Critical Push To Talk) |
| MCV | video pro krizové mise (Mission Critical Video) |
| MCX | společná architektura pro krizové mise (Mission Critical) |
| MFCN | mobilní / fixní komunikační sítě (Mobile / Fixed Communications Networks) |
| MIMO | Multiple-input multiple-output (více vstupů více výstupů) – abstraktní matematický model pro multi-anténní komunikační systémy. |
| MMR ČR | Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky |
| MPO ČR | Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky |
| MU | mimořádná událost |
| MV ČR | Ministerstvo vnitra České republiky |
| MV-GR HZS ČR | Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky |
| MVNO | operátor virtuální mobilní sítě (Mobile Virtual Network Operator) |
| MŽP | Ministerstvo životního prostředí |
| M2M | strojová komunikace mezi zařízeními (Machine To Machine) |
| NATO | Organizace severoatlantické smlouvy (North Atlantic Treaty Organisation) |
| NBÚ | Národní bezpečnostní úřad |
| NC | necivilní využití rádiového spektra |
| NPSTC | Národní agentura USA pro komunikace bezpečnostních a záchranných složek (National Public Safety Telecommunications Council) |
| OOBE | vyzařování ve vedlejších pásmech (Out Of Band Emissions) |
| OSI | referenční vrstvý model k propojení otevřených systémů (Open Systems Interconnection) |
| OSS | systémy pro podporu provozu (Operations Support Systems) |
| PAG | technologie příjmu krátkých textových nebo číselných zpráv, pagingové rádiové sítě |
| PAS | veřejně dostupná specifikace (Publicly Available Specification) |

| | |
|-----------|--|
| PČR | Policie České republiky |
| PMR | privátní profesionální rádiové sítě (Professional Mobile Radio) |
| PPDR | ochrana obyvatelstva a zmírnění následků katastrof (Public Protection and Disaster Relief) |
| PPKP | plán přidělení kmitočtových pásem |
| PPP | partnerství veřejného a soukromého sektoru (Public Private Partnership) |
| PP1 | operační scénář krizové situace č. 1 (Public Protection 1) |
| PP2 | operační scénář krizové situace č. 2 (Public Protection 2) |
| ProSe | služby pro blízkou komunikaci (Proximity Services) |
| ProSe-Ext | rozšíření služeb pro blízkou komunikaci |
| PTIG | Project 25 Technology Interest Group – zájmové sdružení uživatelů digitálního komunikačního standardu P.25 |
| PTT | funkcionalita rádiových terminálů PPDR – tlačítko pro vstup do hovoru jedním stiskem (Push to Talk) |
| PVRS | plán využití rádiového spektra |
| P.25 | Digitální komunikační standard pro systémy krizové komunikace (Project 25) |
| QoS | kvalita služby (Quality of Service) |
| RCT | rádiově připojený terminál (Radio Connected Terminal) |
| RFID | identifikace na rádiové frekvenci (Radio Frequency Identification) |
| RZ | registrační značka |
| SA6 | architektonická pracovní skupina v rámci organizace 3GPP zodpovědná za tzv. „aplikace pro krizové mise“ |
| SCO | Systém centralizované ochrany |
| SDH | Sbor dobrovolných hasičů |
| SMS | služba krátkých textových zpráv (Short Message Service) |
| SNUC | Secure Communications Network Operators and Users' Conference |
| SOŠ PO | Střední odborná škola požární ochrany |
| SW | programové vybavení (software) |
| SŽDC | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace |
| S-MVNO | zabezpečený virtuální mobilní operátor (Secured Mobile Virtual Network Operator) |
| s. o. | státní organizace |
| s. p. | státní podnik |
| TETRA | standard pro digitální radiokomunikační hromadné systémy (Terrestrial Trunked Radio) |
| TETRAPOL | digitální radiokomunikační hromadný systém původně vyvinutý pro potřeby francouzského četnictva |
| TCCA | asociace pro standardizaci technologie TETRA a krizových komunikací (TETRA + Critical Communications Associations) |
| TDM | časové dělení, sdružování – druh komunikačního protokolu (Time Division Multiplex) |
| TDMA | vícenásobný přístup k médiu pomocí časových slotů (Time Division Multiplex Access) |

| | |
|--------|---|
| TEDS | funkcionalita sítě TETRA poskytující datové služby (TETRA Enhanced Data Services) |
| TIA | asociace telekomunikačního průmyslu (Telecommunications Industry Association) |
| TRBO | DMR síť od společnosti Motorola |
| UE | uživatelské zařízení (User Equipment) |
| UHF | ultra vysoké kmitočty (Ultra High Frequency) |
| USA | Spojené státy americké (United States of America) |
| VHF | velmi vysoké kmitočty (Very High Frequency) |
| VIRVE | zkratka pro "Viranomaisradioverkko", finská národní radiokomunikační síť pro bezpečnostní a záchranné složky |
| VoLTE | hlasová služba v síti na bázi technologie LTE (Voice over LTE) |
| VOŠ PO | Vyšší odborná škola požární ochrany |
| VO-R/1 | všeobecné oprávnění |
| VyC | vyrozumívací centrum |
| ZoZS | zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů |
| ZoKB | zákon č. 181/2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti) |
| ZZS | zdravotnické záchranné služby krajů a hlavního města Prahy |
| ZZVZ | zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, účinný od 1. 10. 2016 |
| 2G | 2. generace mobilních telekomunikačních technologií |
| 3G | 3. generace mobilních telekomunikačních technologií |
| 3GPP | partnerský projekt třetí generace, dohoda o spolupráci (3rd Generation Partnership Project) |
| 5G | 5. generace mobilních telekomunikačních technologií |

1. ÚVOD

Materiál popisuje stávající stav systémů a komunikačních technologií využívaných složkami PPDR, analyzuje požadavky na služby a systémy bezpečnostních a záchranných složek (PPDR), stanovuje směrování, definuje Cílové řešení, analyzuje jeho dostupnost v čase, představuje soubor kroků vedoucích k Cílovému řešení mobilních komunikací složek PPDR, jejichž povinnosti vyplývají ze zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů (dále jen „ZolZS“), či zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon, dále jen „KrizZ“) a další legislativy upravující činnost bezpečnostních a záchranných sborů.

Materiál zpracoval s. p. NAKIT za účasti pracovní skupiny složené zejména ze zástupců PP ČR, HZS ČR, MV a NAKIT.

1.1. Důvody zpracování

Během několika posledních let došlo k souběhu aktivit a událostí, které mají zásadní dopad na podobu komunikace složek PPDR nejen v ČR, ale v celosvětovém měřítku.

Skutečnosti, které vedly ke zpracování:

- Nové potřeby složek PPDR v oblasti služeb mobilních komunikací (kapacita, interoperabilita, širokopásmové datové služby, videopřenosy, provoz autonomních prostředků, jako jsou např. drony apod.).
- Změny ve využívání rádiového spektra doposud vyhrazeného pro zemské digitální televizní vysílání (dále jen „DTT“¹), resp. vyčlenění pásma 694-790 MHz (dále jen „Pásmo 700“) pro IMT² k 30. 6. 2020 dle materiálu „Zpráva o stavu realizace Strategie rozvoje zemského digitálního televizního vysílání“ navazujícího na materiál „Strategie rozvoje zemského digitálního televizního vysílání“. Kritický nedostatek širších ucelených úseků spektra v pásmech pod 1 GHz a změna technologie DTT přináší unikátní příležitost, jak pro účely komunikace složek PPDR vyhradit ucelený úsek umožňující pokrytí aktuálních a budoucích potřeb.
- Standardizace prostředků komunikace PPDR v rámci aktivit 3GPP a předpokládaný celosvětový přechod většiny stávajících systémů PPDR na řešení na bázi technologie LTE/5G dle standardů 3GPP (tzv. systém BB-PPDR) v dalším desetiletí, a to se zárukou dalšího vývoje.
- Rozhodnutí (16)02 CEPT³ ECC⁴ o harmonizovaných technických podmínkách a frekvenčních pásmech pro implementaci systémů BB-PPDR.
- Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) č. 2016/687, ze dne 28. dubna 2016 o harmonizaci kmitočtového pásma 694–790⁵ MHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací a flexibilní vnitrostátní využívání v Unii (oznámeno pod číslem C(2016) 2268), na jehož základě se Pásmo 700 v rámci Evropské unie (dále jen „EU“) stává harmonizovaným pásmem pro zemské

¹ Digital Terrestrial Television

² International Mobile Technology

³ European Conference of Postal and Telecommunications Administrators

⁴ Electronic Communication Committee

⁵ V materiálech EK a v navazujících materiálech ČTÚ se uvádí 790, reálně je pásmo do 791

systemy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací.

- Předpokládaný požadavek navrácení dočasně zapůjčeného Pásma 390, ve kterém se v současnosti provozuje systém PEGAS, do užívání NATO⁶.
- Požadavky na zvýšení odolnosti a úrovně zabezpečení komunikačních prostředků využívaných pro krizovou komunikaci dle požadavků ZoKB.

2. Komunikační potřeby složek PPDR

Složky PPDR zabezpečují udržení základních hodnot ve společnosti tím, že vytvářejí stabilní a bezpečné prostředí pro ochranu lidských životů, zdraví a majetku, udržování práva a pořádku a ochranu životního prostředí. Složky PPDR jako např. PČR, HZS ČR, JSDH, ZZS a další jsou jedním ze základních pilířů společnosti.

Nejdůležitějšími činnostmi složek PPDR jsou řešení krizových situací a dohledových úkolů v různých situacích, primárně na území ČR (činnosti PPDR). Mobilní komunikační prostředky jsou jedním ze základních nástrojů používaných během vykonávání činností PPDR a pro složky PPDR jsou nepostradatelné. Největší část těchto činností se provádí v terénu, a tudíž všechny jejich pracovní nástroje musí spolehlivě plnit požadované funkce.

Komunikace PPDR zahrnuje následující kategorie:

- Komunikace mezi jednotkami jedné nebo více složek PPDR, dohled a monitorování – komunikační systémy pro krizovou komunikaci.
- Komunikace směrem k občanům – systémy včasného varování a vyrozumění.
- Komunikace občanů vůči složkám PPDR – tísňové linky.
- Komunikace mezi občany navzájem – primárně sítě veřejných mobilních operátorů, internet.

Mezi složky PPDR je v obecném kontextu potřebné zahrnout všechny organizace (jak z veřejného, tak privátního sektoru) spolupodílející se na uvedených aktivitách, při kterých je častá potřeba vzájemné komunikace a koordinace.

Z pohledu užití mobilní komunikace během vykonávání činností PPDR existují různá **prostředí s různými požadavky na komunikace a na aplikace PPDR s různou důležitostí:**

- Běžné, rutinní, každodenní činnosti.
- Mimořádné a/nebo plánované události.
- Živelní pohromy, havárie velkého rozsahu, konflikty.

Výše uvedené **činnosti PPDR**, a k nim vztažené požadavky, **jsou ovlivňovány dalšími faktory**, a to zejména:

⁶ The North Atlantic Treaty Organization

- Prostředím – morfologie krajiny (městské, venkovské, lesy, hory, letiště, tunely atd.), státní hranice a další.
- Dalšími aspekty – geografický rozsah zásahu, komplexita prostředí zásahu, závažnost krizové situace atd.

Nasazení složek PPDR během operace PPDR typicky zahrnuje:

- Zasahující týmy (jednotky PPDR) v terénu, zasahující vedoucí pracovníky v terénu, dispečery na řídicích pracovištích, podpůrné technické týmy, pracoviště tísňových linek.
- Zásah jedné nebo více složek PPDR v různých rolích (vedoucí / asistující, dle jurisdikce) a v různých situacích (rutinní společné zásahy, secvičené operační scénáře, krizové situace bez možnosti secvičení).
- Spolupráci národních a lokálních autorit, složek PPDR a dalších organizací s využitím různých komunikačních technologií, postupů a procesů.

Tyto řídicí, administrativní, operační, situační a další faktory definují požadavky na moderní komunikační systémy PPDR, které musí uspokojit širokou škálu možných scénářů a požadovaných služeb.

Systémy PPDR musí být efektivní, spolehlivé, vysoce dostupné, flexibilní, bezpečné a poskytovat co největší míru interoperability. Efektivita řešení situace je závislá mimo jiné na schopnostech komunikačních technologií poskytnout kvalitní výměnu informací v reálném čase v rámci jedné nebo mezi více zasahujícími složkami PPDR. **Pro zdůraznění a vymezení komunikací PPDR z hlediska krizového a nekrizového určení byly definovány dva typy situací dle jejich potřeb:**

- Krizové situace – situace, kdy je ohrožen lidský život, záchranná operace nebo vykonávání práva, při kterých si složky PPDR nemohou dovolit selhání hlasové nebo datové komunikace (např. při výpadku napájení kterékoli části systému PPDR, z důvodu rušení, nedostatku kapacity atd.), případně selhání jejího zabezpečení (např. odposloucháváním).
- Nekrizové situace – ostatní situace, administrativní úkoly, kdy čas a bezpečnost nejsou klíčové aspekty.

Je tedy možné definovat komunikaci pro krizové mise jako výměnu informací, které jsou rozhodující pro úspěšné vyřešení operace PPDR.

Hlavní komunikační službou využívanou složkami PPDR jsou a v nejbližší dekádě nadále budou hlasové služby, zároveň však zásadním způsobem roste význam datových služeb. V oblasti datových služeb jde především o využití moderních bezpečných služeb v reálném čase a to zejm. videopřenosů, multimediální výměny zpráv, databázových dotazů, lustrací, mobilní kanceláře a dalších, jak v operačním, tak taktickém řízení.

2.1. Obecné požadavky na systémy PPDR

Obecné požadavky na systémy PPDR jsou:

- Podporované služby – zejména hlasové, datové a doplňkové služby.

- Dostatečné portfolio koncových zařízení, příslušenství a aplikací – dle požadavků zadavatele a pro různé způsoby užití.
- Kontrola komunikace – zejména administrace zařízení / uživatelů / hovorových skupin, prioritizační mechanismy.
- Pokrytí území a populace – dle požadavků zadavatele, typicky tzv. zájmové území (např. města, silnice, železnice, tunely, elektrárny, letiště) pro užití jak venkovní, tak vnitřní (v budovách).
- Dostupnost systémů taktického nasazení – dodatečné pokrytí území signálem, dodatečná kapacita, vyhrazení komunikačního prostředku, zvýšení dostupnosti služby.
- Vysoká dostupnost a spolehlivost – 24 hodin denně, 365 dní v roce, typicky 99,9 % a více, vysoká odolnost sítě a terminálů.
- Dostatečné kmitočtové pásmo a jeho správa – existující efektivní frekvenční plán zohledňující požadované kapacity, minimalizace interferencí, udržování přeshraniční koordinace.
- Flexibilita – možnosti rychlé rekonfigurace, a to zejména vzdálené přeprogramování zařízení a správa hovorových skupin, zavádění služeb a aplikací.
- Kapacita – systémy jsou obvykle dimenzovány na hraniční zátěž s vysokou mírou fluktuace provozního zatížení a nízkou úrovní blokování hovorů.
- Výkonnost – zejména nízké odezvy a zpoždění, nízký čas sestavení spojení, dostatečná propustnost a nízká chybovost přenosu informace.
- Bezpečnost a integrita – zejména autorizace a autentizace zařízení / uživatelů, šifrování komunikace.
- Interoperabilita – zejména vzájemná komunikace různých složek PPDR a jejich hierarchických struktur, použití různých zařízení v jednom systému.
- Propojení s dalšími komunikačními systémy – zejména sítěmi veřejných mobilních operátorů a se systémy PPDR v sousedních zemích.
- Záložní technologie, systémy a prostředky pro komunikaci.
- Legislativa – soulad s legislativními a regulačními požadavky platnými v ČR a v EU.

2.2. Požadavky na služby poskytované systémy PPDR

Současné operační a taktické postupy využívané složkami PPDR jsou závislé na hlasových službách (zejm. skupinových) doplněných o služby pro výměnu krátkých zpráv (zejm. statusy, krátké textové zprávy a informace o poloze).

Dostupnost hlasových a datových služeb přinejmenším v rozsahu a kvalitě známé ze stávajících systémů PPDR je klíčovým požadavkem složek PPDR i na budoucí systémy PPDR.

Hlavním nosným požadavkem a motivátorem nasazení budoucích systémů PPDR je požadavek na dostupnost širokopásmových datových služeb.

V ČR je omezená možnost využití datových služeb ve stávajícím úzkopásmovém systému PEGAS částečně řešena nákupem širokopásmových datových služeb od veřejných mobilních operátorů, což ale nelze považovat za systémové a dostatečně bezpečné řešení v kontextu komunikace PPDR. Stávající sítě veřejných mobilních operátorů nesplňují požadavky na systémy vhodné pro poskytování krizových služeb (zejm. dostupnost a bezpečnost).

Výhody dostupnosti širokopásmových datových služeb jsou zřejmé – vytvoří podmínky pro nasazení rozvoj široké škály aplikací pro podporu výkonu činností PPDR, tak jako se staly nepostradatelnou součástí běžného / civilního života. Lze tedy předpokládat, že se stanou běžnou součástí práce složek PPDR. Možnost poskytnutí detailních informací jednotkám PPDR zasahujícím v terénu (např. vizuální informace z místa zásahu před příjezdem; vyspělá navigace; využití biometrických prvků při kontrole, ztotožnění a evidenci osob) či předání detailních informací z místa zásahu vzdáleným řídicím složkám (např. přenos videa v reálném čase) jsou klíčové při zvyšování efektivity a bezpečnosti výkonu činností PPDR.

Poptávka po širokopásmových datových službách u složek PPDR je vztažena primárně ke dvěma, vzájemně souvisejícím faktorům:

- Prvním faktorem je přechod k postupům, které jsou více založené na výměně situačních informací, a to před / během / po zásahu, a také během rutinních denních aktivit příslušných složek. Jde zejména o rychlou dostupnost přesných informací bez zkreslení (zejm. ve formě videa a fotografie), které vzniká výměnou informací prostřednictvím hlasové komunikace. Tyto nové možnosti přinášejí efektivnější rozhodování, rychlejší mobilizaci příslušných složek PPDR a jednotek v dostatečném množství a k účinnějšímu propojení operačního řízení napříč jednotlivými složkami PPDR. Výsledkem je včasný a efektivnější výkon činností PPDR.
- Druhým faktorem je využití technologií v rámci ekosystému sítí, koncových zařízení, periférií a především aplikací. Stávající systém PEGAS poskytuje pouze úzkopásmové datové služby (např. lokalizace, statusy, krátké databázové dotazy). Přechod na širokopásmové technologie bude znamenat rozšiřování a podstatně vyšší efektivitu periférií a aplikací.

Existuje mnoho datových služeb a aplikací, které by byly přínosné pro složky PPDR. O potřebě různých datově orientovaných, multimediálních aplikací PPDR, využitelných během operací PPDR, bylo zpracováno množství studií⁷ organizacemi jako NPSTC, CEPT, ETSI.

⁷ Např.

[1] Analysis Mason, 'Report for the TETRA Association: Public safety mobile broadband and spectrum needs', Report no. 16395-94, March 2010.

[2] WIK Consulting and Aegis Systems, 'PPDR Spectrum Harmonisation in Germany, Europe and Globally', December 2010.

[3] ETSI TS 170 001 v3.3.1, 'Project MESA; Service Specification Group – Services and Applications; Statement of Requirements (SoR)', March 2008.

[4] National Public Safety Telecommunications Council, 'Public Safety Communications Assessment 2012–2022, Technology, Operations, & Spectrum Roadmap', Final Report, 5 June 2012.

[5] ETSI TS 102 181 V1.2.1, 'Emergency Communications (EMTEL); Requirements for communication between authorities/organisations during emergencies', February 2008.

[6] ETSI TR 102 745 V1.1.1, 'Reconfigurable Radio Systems (RRS); User Requirements for Public Safety', October 2009.

[7] CEPT ECC Report 199, 'User requirements and spectrum needs for future European broadband PPDR systems (Wide Area Networks)', May 2013.

Terminologie se v různých studiích liší, avšak je možné identifikovat obdobné kategorie aplikací. Aplikací se rozumí uplatnění služby nebo skupiny služeb za použití zařízení, infrastruktury, procesů a postupů.

Videopřenosy

Videopřenosy v různých formách složky PPDR identifikují jako jednu z důležitých aplikací pro operační řízení. Je to dáno zejména největším potenciálem zásadního zlepšení přehledu o situaci na místě zásahu jak pro zasahující jednotky, tak pro jejich operační řízení.

Příklady video aplikací:

- Bezdrátový video dohled pro vzdálené monitorování s možností automatické detekce a rozpoznávání (např. městské, letištní a silniční kamery, kamery třetích stran).
- Přenos videa z kamery umístěné na vozidle (např. hlídkujícím vozidle) či jiném mobilním prostředku (např. dronu či vrtulníku při zásahu).
- Přenos videa z kamery umístěné na helmě či na výstroji zasahující osoby.

Tato aplikace není dostupná bez nasazení širokopásmových datových služeb.

Geografické informační systémy (GIS)

GIS poskytují vícevrstvé geolokační informace v čase a prostoru. GIS zahrnují např. mapové podklady, plány ulic, budov, infrastruktury (např. vedení vody, plynu, elektřiny, odpadů a umístění hydrantů), časté jsou také letecké a situační snímky, určení lokalit a jejich využití. GIS jsou jedním z důležitých zdrojů pro rozhodování před a během zásahu a umožní zvýšení přesnosti odhadu situace a možných scénářů operací PPDR.

Širokopásmové datové služby umožní online přístup k relevantním informacím.

Lokalizace a sledování polohy

Tyto aplikace jsou vzájemně propojené s GIS. Zabezpečují sledování poloh vozidel a jednotek, což je klíčové pro operační a taktické řízení operací PPDR z pohledu dostupnosti zdrojů, jejich efektivního využití a případného řízení přímo v terénu.

Jde o stávající službu, která využívá GPS, popř. jiný způsob lokalizace, za využití modulů integrovaných přímo do zařízení anebo externích jednotek. Poloha se periodicky v definovaných intervalech přenáší do operačních a informačních středisek složek PPDR.

Širokopásmové datové služby umožní zvýšení počtu aktualizací, lepší možnosti propojení různých aplikací (zejm. GIS, lokalizace, video) mezi různými složkami PPDR a tím zajištění co největší míry koordinace zásahu a bezpečnosti zasahujících jednotek PPDR.

Elektronické konference a nástroje pro řízení zásahů

Operační řízení využívá pro své aktivity více aplikací, jelikož obvykle vyžaduje množství různých informací během operace PPDR. Jako doplněk hlasových služeb mohou elektronické konference interaktivní formou zprostředkovat efektivní výměnu informací mezi zasahujícími

jednotkami a operačním řízením zásahu. Videokonference je jedna z klíčových širokopásmových aplikací pro složky PPDR (též ve formátu tzv. push-to-video⁸).

Dalšími nástroji jsou sdílení obsahu (např. plán zásahu, fotografií / videa z místa zásahu) či sdílení zásahového plánu interaktivní formou.

Důležitým přínosem je zpracování zpráv a další dokumentace z místa zásahu, kde je možná spolupráce za využití sdílení / editace online (např. příjem pacienta na JIP doložen audio vizuálním materiálem s kompletním průběhem operace PPDR). Dále je možné předpokládat zrychlení opakujících se aktivit (např. dokumentování dopravních nehod, rychlých lustrací, doložení videozáznamu) a to vše v rámci automatického vyplňování protokolů dle zjištěných informací.

V současné situaci využívání úzkopásmových datových služeb je pro tyto případy možná jen předpříprava (kdy jsou plány zásahu připraveny ve fyzické nebo elektronické podobě), případně se využívají širokopásmové datové služby veřejných mobilních operátorů.

Vzdálený přístup k databázím a aplikace pro výměnu dat

Obecně tato kategorie zahrnuje multimediální aplikace pokrývající nástroje pro výměnu zpráv, souborů, dat a dokumentů mezi jednotkami jednotlivých složek PPDR v terénu či během zásahu a databázemi / informačními systémy umístěnými ve vzdálených lokalitách. Rychlý a efektivní přístup k takovým informacím výrazně zkracuje a zefektivňuje zavedené procesy.

Mezi zásadní aplikace patří rychlé lustrace dokladů za pomoci jejich skenování, ověření totožnosti dle biometrických údajů / telemetrie (viz popis níže), rozpoznávání a ověření RZ dle fotografie nebo videa, dotazy do různých databází, zjišťování příznaků onemocnění, informace o lécích, informace o počasí v reálném čase.

Širokopásmové datové služby jsou pro tyto aplikace klíčové.

Monitorování jednotek PPDR a biomedicínská telemetrie

Ke zvýšení bezpečnosti a efektivity činností PPDR přispívá i monitoring životních funkcí členů jednotek PPDR v reálném čase. Tato aplikace je důležitá zejména pro jednotky PPDR zasahující v nebezpečném a neznámém terénu při pozemních operacích (v prostředí ČR zejm. jednotky HZS ČR). Biomedicínská telemetrie zahrnuje např. monitorování / zaznamenávání / měření základních fyziologických funkcí a také dalších veličin jako např. kvality vzduchu v prostředí včetně přítomnosti toxických plynů, teploty okolního prostředí. Zasahující jednotky PPDR tyto informace předávají směrem k operačnímu řízení na místě zásahu a eventuálně také do vzdálených pracovišť. Využívání této aplikace je podmíněno dalšími investicemi např. do výstroje.

Biomedicínská telemetrie může být také v budoucnosti použita pro vzdálenou lékařskou pomoc (viz popis níže) a pro specifické aplikace jako např. identifikace osob (např. rozpoznávání obličejů, otisků prstů, očních duhovek, oční rohovky, chrupu, tělesných proporcí a pohybového vzoru). Tyto aplikace mohou být použity v rámci konkrétní činnosti (tj. během zásahu) i permanentně (tj. při dlouhodobém sledování pomocí kamerových systémů).

⁸ Služba podobná službě PTT, kde místo přenosu hlasu dochází k videopřenosu

Vzdálená lékařská pomoc a služby

Pomocí videopřenosů a dat v reálném čase může specializovaný lékařský personál vzdáleně zasáhnout nebo poskytnout podporu zasahujícím jednotkám PPDR. Biomedicínské aplikace umožní posádkám ZZS v reálném čase přenést detailní informace o pacientovi ke vzdálenému vyhodnocení (např. záznam EKG).

Širokopásmové datové služby umožní zavedení komplexní biomedicínské telemetrie a diagnostiky (např. testy na různé otravy, sledování úrovně cukru v krvi, saturace krve kyslíkem).

Aplikace pro evidenci evakuovaných / hospitalizovaných / zemřelých osob jsou během událostí PPDR klíčové. Jednotky PPDR na místě zásahu potřebují mechanismus, který jim umožní efektivní sledování stavu osob postižených událostí PPDR. ZZS v současné době pro tyto účely používá náramky RFID⁹ nebo štítky s čárovými kódy doplněné průvodními informacemi pro přijímající zdravotnické zařízení. V budoucnosti je potřebné rozšířit tuto praxi taktéž o evakuované osoby a další případy pro efektivní řešení těch událostí PPDR, kde je kritická potřeba informování dalších složek PPDR, úřadů a veřejnosti (zejm. informační centra / kanály zřízené v rámci řešení události PPDR).

Senzory a vzdáleně kontrolovaná zařízení

Aplikace zahrnují telemetrii zařízení za účelem kontroly její správné a efektivní funkce (např. docházející palivo v hasičském čerpadle, tlak oleje či kriticky vysoká teplota motoru, nefunkční uzávěr potrubí).

V nedostupných a nebezpečných prostředích mohou jednotky PPDR nahradit robotická zařízení (např. pyrotechničtí, záchranářští nebo průzkumní roboti). Ta také mohou vykonávat autonomní činnosti (např. autonomní vozidla, monitorování klimatických podmínek s využitím dronů, průzkum rozsáhlých oblastí při neštěstích, likvidace nebezpečných odpadů).

Mobilní kancelář

Přístup k aplikacím (jako např. elektronická pošta, kontakty, sdílené dokumenty, cloudové služby, kolaborační nástroje, přístup do intranetu či k agendovým aplikacím) v terénu zvyšuje efektivitu práce a procesů tím, že služby jsou dostupné nejen v kanceláři, ale i během operací PPDR, či v době přesunu mezi nimi.

Informace o incidentech, probíhajících kulturních / společenských / sportovních akcích, statistiky z konkrétních zájmových oblastí apod. mohou být bez nutnosti návratu do kanceláře sdíleny s dalšími jednotkami PPDR v reálném čase. Řídící pracovníci / operační řízení mohou jednoduše distribuovat dokumenty a formuláře, a to v čistě elektronické podobě, tudíž se eliminuje čas nutný k ručnímu přepisování hlášení o činnosti PPDR.

2.3. Stav technologické standardizace

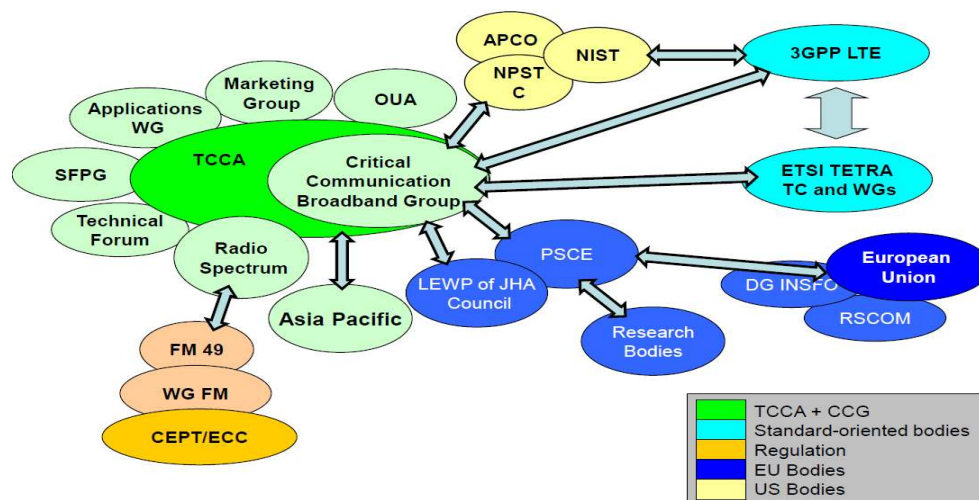
Technologickou standardizaci systémů PPDR řeší několik organizací. V rámci nich působí množství skupin pracujících na rozvoji stávajících systémů PPDR, definování budoucích systémů PPDR a přechodu na tyto budoucí systémy. V kontextu tohoto materiálu rozdělujeme systémy PPDR na:

⁹ Radio Frequency Identification

- stávající systémy PPDR – úzkopásmové, typicky digitální, systémy se sdílením provozních zdrojů (tzv. trunkování) jako např. TETRAPOL, TETRA,
- systémy BB-PPDR (též budoucí systémy PPDR) – širokopásmové digitální systémy na bázi technologie LTE/5G dle standardů 3GPP.

Komplexita uspořádání a vztahy některých organizací lze ilustrovat na níže uvedeném obrázku zaměřeném na roli organizace TCCA pro standardizaci systémů BB-PPDR.

Obrázek 1: Subjekty¹⁰ vstupující do technologické standardizace systémů PPDR



2.3.1 Standardy 3GPP pro systémy BB-PPDR

Systémy BB-PPDR jsou založené na technologii LTE/5G dle standardů 3GPP známé ze sítí veřejných mobilních operátorů, rozšířené o funkcionality pro krizovou komunikaci. Tyto systémy poskytují jak hlasové, tak širokopásmové datové služby (řádově desítky až stovky Mbit/s) na technologii ověřené mnoha lety provozu.

Směřování k využívání systémů BB-PPDR složkami PPDR se opírá zejména o následující faktory:

- Úspory provozních a pořizovacích nákladů dané výrobou ve velkém, tzv. „Economy of Scale“:
 - více než miliarda koncových uživatelů používá přes 4 000 typů zařízení ve více než 400 sítích, a to ve více než 150 zemích světa,

¹⁰ Význam hl. zkratk z Obr. 8:

TCCA – TETRA + Critical Communications Associations
NPSTC – National Public Safety Telecommunications Council
APCO – Association of Public-Safety Communications Officials
NIST – National Institute of Standards and Technology
PSCE – Public Safety Communication Europe
RSCOM – Radio Spectrum Committee
DG INFOS = DG CONNECT – Directorate General for Communications Networks, Content & Technology
LEWP – Law Enforcement Working Party
JHA – Job Hazards Analysis
WG FM – Working Group Frequency Management

- nesrovnatelně větší trh, než je trh pro stávající systémy PPDR zabezpečuje nezávislost na dodavatelích, jejich větší počet a dostupnost provozem ověřených technologií a zařízení.
- Množství podporovaných funkcionalit:
 - ve srovnání se stávajícími systémy PPDR s omezeným trhem a skupinou uživatelů musí systémy na bázi standardů 3GPP podporovat nesrovnatelně větší množství funkcionalit na různých trzích a tyto jsou ve finále dostupné všem uživatelům,
 - VoWiFi¹¹, VoLTE¹² s vysokou kvalitou hlasu, konvergence sítí, všesměrový přenos videa včetně přenosu v reálném čase, AAA¹³, bezpečnostní mechanismy, sdílení sítí, detekce a reportování typů provozu a další,
 - možnost využití plně funkčního národního a mezinárodního roamingu v sítích veřejných a neveřejných mobilních operátorů a/nebo sdílení sítí v místech bez pokrytí signálem vyhrazené rádiové přístupové sítě poskytnuté systémem BB-PPDR jako záložního způsobu komunikace.
- Efektivita technologie:
 - vysoké přenosové rychlosti, nízké zpoždění, nízké obousměrné zpoždění, nízký čas sestavení spojení, flexibilní mechanismy QoS,
 - široká škála podporovaných kmitočtových pásem (tzv. bandů 3GPP) a jeho efektivnější využití,
 - globální standardizace za účasti všech zainteresovaných stran,
 - otevřenost standardu, interoperabilita mezi výrobci, zpětná kompatibilita, integrace s technologiemi mimo standardizace 3GPP,
 - virtualizace, cloud infrastruktura, COTS¹⁴ SW/HW komponenty, sdílení infrastruktury,
 - záruka dalšího rozvoje v dlouhodobém výhledu.

2.3.1.1. Přípravenost systémů BB-PPDR

Technologie systémů BB-PPDR byla částečně vhodná pro systémy BB-PPDR již v předešlých letech (zejm. její Release 10 a 11), jelikož poskytovala množství požadovaných funkcionalit, avšak některé klíčové stále chyběly (např. ProSe, MCPTT). Pro definitivní přijetí těchto systémů jako budoucí technologie pro krizovou komunikaci bylo potřebné existující standardy dále rozšířit. Důležitým milníkem bylo založení nové architektonické pracovní skupiny (SA6) v rámci organizace 3GPP, která je plně zodpovědná za tzv. „aplikace pro krizové mise“ (krizové řízení), řešící identifikované nedostatky ve spolupráci s komunitou uživatelů a provozovatelů systémů PPDR, dodavatelů a dalších standardizačních organizací. SA6 zahájila činnost v rámci Release 12.

¹¹ Voice over WiFi

¹² Voice over LTE

¹³ Authentication Authorization Accounting

¹⁴ Commercial off-the-shelf

SA6 identifikovala hlavní funkční oblasti k další standardizaci a jejich řešení v rámci releasů 3GPP, níže uvedený seznam je obsahuje jenom hlavní funkcionality. Kompletní seznam lze najít na web stránkách 3GPP (zejm. v článku „Mission critical services in 3GPP“¹⁵) a zejména v rámci pravidelně aktualizovaného pracovního plánu¹⁶.

- Release 12:
 - systémové rozšíření pro skupinovou komunikaci (GCSE),
 - služby pro blízkou komunikaci (ProSe),
 - komunikace v přímém režimu (D2D).
- Release 13:
 - provoz sítě v izolovaném módu (IOPS),
 - PTT pro krizové mise (MCPTT),
 - rozšíření služeb pro blízkou komunikaci (ProSe-Ext),
 - rozšíření komunikace v přímém režimu (D2D cont.),
 - rozšíření skupinové komunikace (GROUPE).
- Release 14:
 - video pro krizové mise (MCV),
 - data pro krizové mise (MCD),
 - společná architektura pro krizové mise (MCX / MCCore),
 - rozšíření PTT pro krizové mise (MCPTT cont.).
- Release 15:
 - dílčí rozšíření PTT pro krizové mise (enhMCPTT),
 - dílčí rozšíření videa pro krizové mise (eMCData),
 - studie pro propojení mezi systémy BB-PPDR,
 - studie pro spolupráci/integraci se stávajícími systémy PPDR,
 - studie požadavků železniční a námořní dopravy – nahrazení GSM-R námořních komunikací v dlouhodobém horizontu,
 - adaptace multimediálního serveru pro krizové mise (MBMS_Mcservices),
 - harmonizace podmínek a kmitočtových pásem pro Pásmo 450 a 700,

¹⁵ http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1875-mc_services

¹⁶ <http://www.3gpp.org/specifications/work-plan>

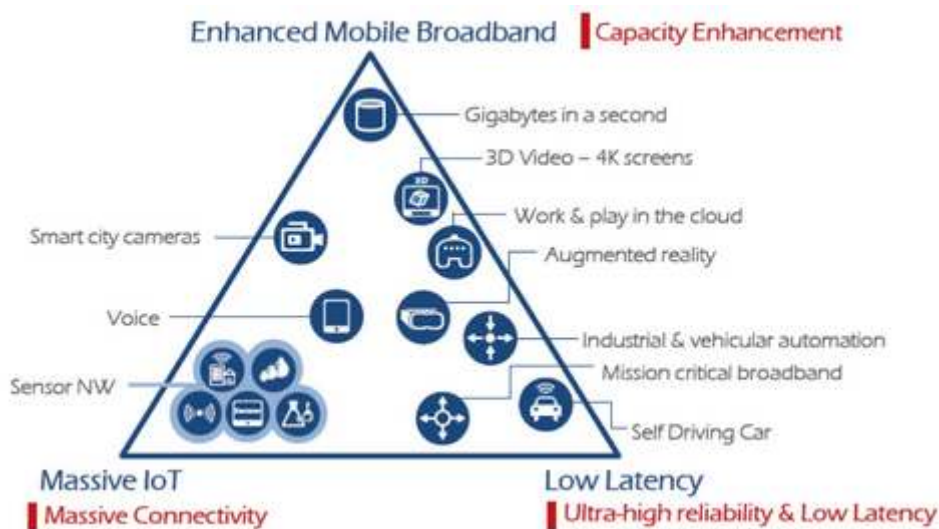
- koncová zařízení (vozidlové terminály) s vysílacím výkonem 1,25 W v tzv. výkonové třídě 1 pro B3¹⁷/B20¹⁸/B28 (LTE_HPUE_B3_B20_B28).

Od Relasu 15 3GPP se standardizace zaměřuje primárně na 5G, přičemž lze očekávat kontinuální dílčí rozšiřování / úpravy / doplňování funkcionalit a aplikací pro složky PPDR.

5G ve zkratce:

- 5G je název systému dle Release 15 3GPP → pokračování evoluce (tak jako tomu bylo u 2G, 3G, LTE a mezikroků).
- Standardizace je v počáteční fázi a ve větším měřítku se 5G rozšíří kolem roku 2025.
- Hlavní cíle pro 5G jsou zlepšení širokopásmových datových služeb, ultra spolehlivé komunikace s nízkou latencí, masivní komunikace internetu věcí.
- Hlavní příslib technologie 5G spočívá zejména v rychlostech nad 10 Gbit/s při zahuštění rádiové přístupové sítě (což pro systém BB-PPDR není žádoucí).
- Pro krizovou komunikaci je LTE dlouhodobě perspektivní, jelikož se dílčí cíle pro systém BB-PPDR a 5G překrývají.

Obrázek 2: Cíle standardizace technologie 5G [ITU-R IMT 2020 requirements]



Releasy 12 až 15 3GPP pokrývají funkcionality nezbytné pro nahrazení stávajících systémů PPDR. Je však potřeba zdůraznit, že funkcionality pro komunikaci PPDR poskytované systémem BB-PPDR nejsou náhradou funkcionalit stávajících systémů PPDR v režimu 1:1 tj. nezavádí identické klony služeb, ale poskytují požadované funkcionality dle vlastního implementačního rámce při splnění požadavků uživatelů. Nad rámec funkcionalit pro komunikaci PPDR poskytuje systém BB-PPDR množství dalších, univerzálně dostupných, funkcionalit. Zavedení nových funkcionalit a služeb povede z dlouhodobého pohledu ke změnám provozních paradigmat a operačních postupů.

Časování jednotlivých releasů 3GPP a aktuální stav je zobrazen v níže uvedené tabulce.

¹⁷ 3GPP Band 3 – 1800 MHz - sítě veřejných mobilních operátorů v ČR

¹⁸ 3GPP Band 20 – 800 MHz - sítě veřejných mobilních operátorů v ČR

Tabulka 1: Kalendář releasů 3GPP

| Verze standardu | Stav | Začátek | Konec |
|-----------------|-------------|---------|---------|
| Release 12 | zmrazen | 06/2011 | 03/2015 |
| Release 13 | zmrazen | 09/2012 | 03/2016 |
| Release 14 | zmrazen | 09/2014 | 06/2017 |
| Release 15 | rozpracován | 06/2016 | 09/2018 |
| Release 16 | rozpracován | 06/2017 | 03/2020 |

2.3.1.2. Dostupnost systémů BB-PPDR

Typická doba implementace jednotlivých releasů 3GPP dodavateli technologií je 12-18 měsíců po zmrazení (publikaci konečné verze) daného releasu. Všichni významní dodavatelé se aktivně účastní samotného standardizačního procesu v rámci organizace 3GPP a jejich pracovních skupin a komisí, kde aktivně prosazují své požadavky nebo už přímo vyvinutá řešení. Díky tomu jsou již v současné době schopni nabídnout řešení, kdy jsou definované funkcionality dostupné pro rozpracovaný release. Dodavatelé se tudíž snaží dodat požadované funkcionality co nejdříve a v momentu zmrazení relevantních releasů dochází k případnému sladění vlastní implementace se standardem.

Technologie systémů BB-PPDR je v současnosti ve stavu, kdy lze zahájit výstavbu sítě určené pro komunikaci PPDR a postupně nasazovat funkcionality dle stavu dostupnosti jednotlivých releasů 3GPP. Toto je umožněno zpětnou a dopřední kompatibilitou jednotlivých releasů 3GPP, kdy je systém BB-PPDR (nebo jenom jednotlivé komponenty) iterativně modernizován skrze nový SW. Systém tedy lze krokově zavést, testovat, pilotovat, provozovat a rozvíjet bez dodatečných investic.

Takový postup poskytuje delší časový rámec na implementaci celého systému BB-PPDR, což vede ke snížení množství paralelně probíhajících aktivit, a tudíž ke snížení s tím spojených rizik. Dále poskytuje dostatečný čas na přípravu další infrastruktury a systémů, procesů a lidských zdrojů.

Z pohledu připravenosti a vyspělosti standardů 3GPP a technologie systémů BB-PPDR lze považovat Release 15 za stěžejní pro nahrazení většiny stávajících systémů PPDR.

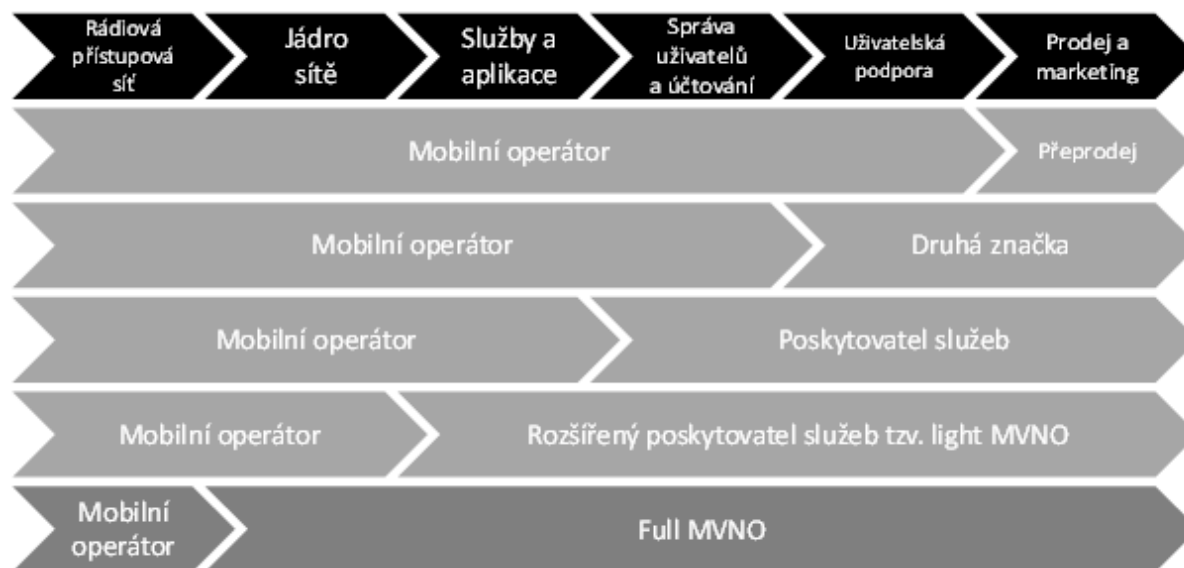
Problémovým technickými aspekty jsou v současnosti zejména komunikace v přímém režimu (nízký vysílací výkon zařízení LTE/5G, dostupnost zařízení, standardizace) a izolovaný provoz základnových stanic.

2.3.2 Standardizace 3GPP a modely MVNO

Existuje velké množství modelů MVNO, a ještě více možností jejich implementace s různým způsobem technického řešení, vlastnictví komponent (resp. jejich nezávislosti od další infrastruktury operátora) a odpovědnosti za provoz. Využití určitého modelu je dáno zejména cílem jeho využití (např. nízkonákladový komerční subjekt bude mít jiné požadavky na dostupnost, zabezpečení a funkce než složky PPDR) při současném zvážení finanční náročnosti implementace a provozu (jaké služby a s jakými zdroji chce subjekt poskytovat a jakou k tomu potřebuje infrastrukturu).

Technická realizace modelů MVNO je založená na využití přínosů standardizace 3GPP, a to zejména rozdělení systémů na funkční bloky, využití standardizovaných rozhraní a interoperability systémů na bázi technologií dle standardů 3GPP. Z pohledu vlastnictví komponent a odpovědnosti za provoz je prostor pro smluvní ujednání v podstatě neomezený.

Obrázek 3: Kategorizace modelů MVNO



Pro složky PPDR je nejzajímavější model Full MVNO, který poskytuje největší míru kontroly nad komunikační infrastrukturou, kdy jenom rádiová přístupová síť a související přenosová infrastruktura je sdílená s veřejným mobilním operátorem (může být poskytována různými subjekty), a zbylé komponenty jsou nezávislé na infrastruktuře operátora. Full MVNO umožňuje paralelní využití několika rádiových přístupových sítí, a to jak vlastní vyhrazenou tak i síť veřejných mobilních operátorů tzv. hybridní síť. Potenciálně tedy tento model nabízí největší dostupnost, spolehlivost, bezpečnost a flexibilitu poskytovaných služeb.

Bezpečnostní nadstavbou je tzv. model S-MVNO, což je zabezpečený virtuální mobilní operátor, kdy je implementace MVNO doplněná o SW a HW bezpečnostní řešení zvyšující bezpečnost přenášených informací v sítích veřejných mobilních operátorů a v komerčních přenosových sítích.

2.4. Rádiové spektrum pro komunikaci PPDR

2.4.1 Kmitočtová pásma pro systémy BB-PPDR

2.4.1.1. Aktuální stav rozhodnutí a doporučení

Rezolucí č. 646¹⁹ bylo celosvětově rozhodnuto o harmonizaci kmitočtových pásem pro systémy BB-PPDR, kdy pro Evropu (region 1) je doporučeno využití následujících pásem:

- 694-894 MHz
- 380-470 MHz

V návaznosti na rezoluci č. 646 vydala organizace CEPT rozhodnutí (16)02 CEPT ECC²⁰, které identifikuje kmitočtová pásma pro systémy BB-PPDR v Evropě a stanovuje podmínky jejich využití. Těmito pásmy jsou:

- Pásmo 700

¹⁹ RESOLUTION 646 (REV.WRC 15)

²⁰ CEPT ECC Decision (16)02 ze dne 17. června 2016

- Pásmo 450
- Pásmo 400 (410-430 MHz²¹)

Tohle rozhodnutí (16)02 CEPT ECC uvádí Pásmo 700 jako jediné vhodné pro pokrytí kapacitních potřeb složek PPDR s využitím vlastních/nezávislých prostředků dle analýz zpracovaných v rámci Report 199 CEPT ECC.

Pro systémy BB-PPDR jsou v Pásmu 700 stanoveny následující párové úseky:

- 698-703 MHz (uplink) / 753-758 MHz (downlink),
- 703-733 MHz (uplink) / 758-788 MHz (downlink),
- 733-736 MHz (uplink) / 788-791 MHz (downlink).

V Pásmu 450 jsou stanoveny následující párové úseky:

- 450,5-456,0 MHz (uplink) / 460,5-466,0 MHz (downlink),
- 452,0-457,5 MHz (uplink) / 462,0-467,5 MHz (downlink).

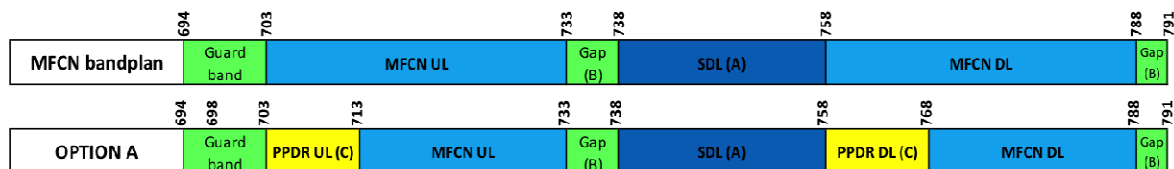
Rozhodnutí (16)02 CEPT ECC, systémy BB-PPDR a koncová zařízení nevyklučují současné využití Pásmo 700, Pásmo 450 případně jiných pásem.

Dalším zásadním dokumentem, který předurčuje spektrum pro komunikaci PPDR, je prováděcí rozhodnutí Komise (EU) č. 2016/687²², na jehož základě se Pásmo 700 v rámci EU stává harmonizovaným pásmem pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací, a to včetně komunikace PPDR a rádiové komunikace mezi stroji (M2M²³), jejíž součástí je i IoT.

2.4.1.2. Možná řešení alokace spektra v Pásmech 700, 450 a 400

Z pohledu alokace spektra pro systémy BB-PPDR (s odkazem na výše zmíněné prováděcí rozhodnutí Komise (EU) č. 2016/687) umožňuje více řešení (tzv. Option) a již v tuto chvíli je zřejmé, že se v zemích EU neuplatňuje jednotný postup. Varianty jsou znázorněny na obrázcích níže²⁴, přičemž Obrázek 4 znázorňuje jednu z mnoha možných variant alokace kmitočtových bloků v pásmu 703–733 MHz / 758–788 MHz.

Obrázek 4: PPDR ve spektru harmonizovaném pro MFCN²⁵



²¹ reference na Report 218 CEPT ECC, z důvodů probíhající standardizace dále neanalyzováno

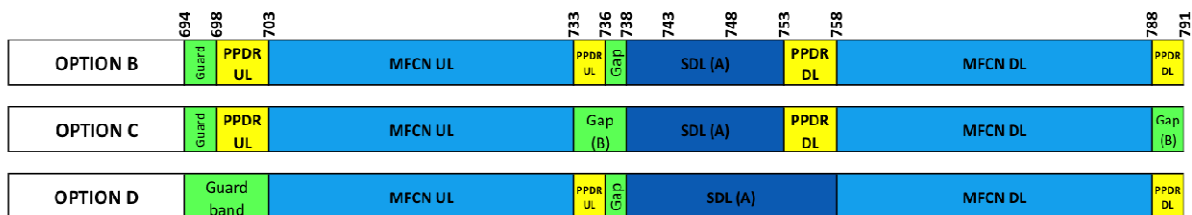
²² viz Úřední věstník: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016D0687&from=CS>

²³ Machine-to-Machine

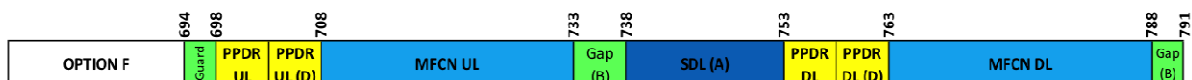
²⁴ Zdroj: Report 218 CEPT ECC

²⁵ Mobile/Fixed Communication Network; zdroj CEPT ECC Decision 15(01)

Obrázek 5: PPDR v ochranném pásmu



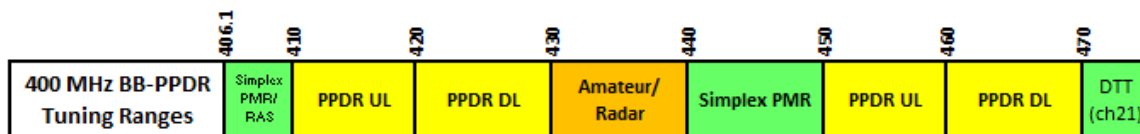
Obrázek 6: PPDR v kombinaci MFCN a vyhrazeného spektra



Obecně lze konstatovat, že se v rámci EU alokovaly, resp. diskutuje se alokace zejména řešení dle Option A a Option B.

V Pásmech 400, 450 přichází v úvahu alokace spektra pro komunikaci PPDR v kmitočtových blocích dle následujícího obrázku:

Obrázek 7: PPDR v Pásmech 400, 450²⁶



2.4.1.3. Vztah spektra pro systémy BB-PPDR a standardizace 3GPP

Z pohledu účelného nakládání s finančními prostředky je nutné ověření dostupnosti terminálů (resp. čipových sad), podporujících jednotlivé varianty alokace spektra pro systémy BB-PPDR, které jsou zmíněné v předchozí kapitole.

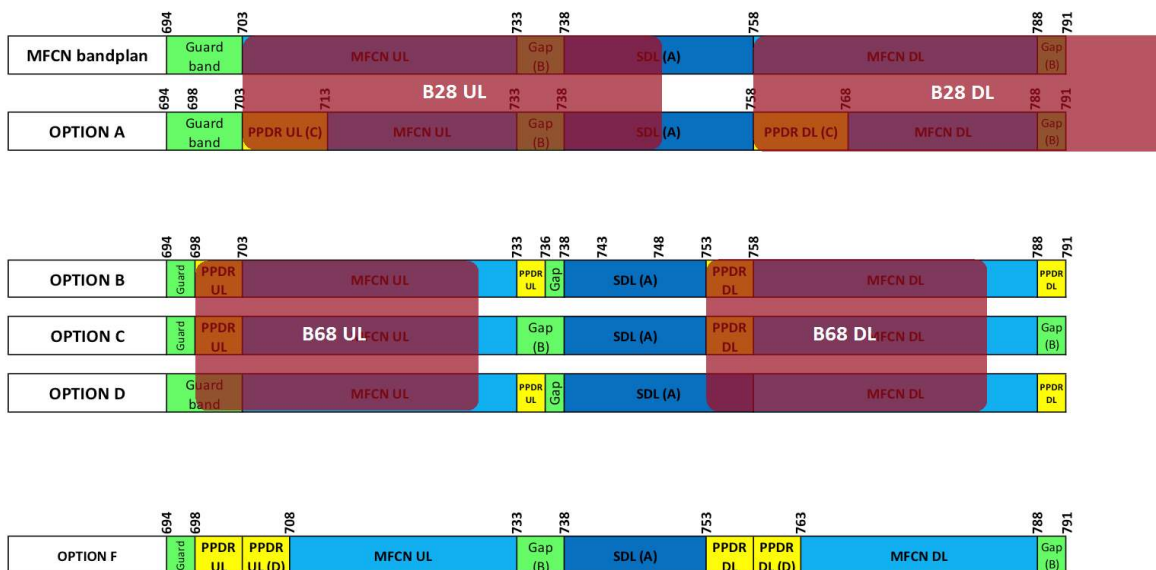
Komerční dostupnost terminálů je primárně podmíněna použitím standardizovaného rádiového spektra tzv. band 3GPP²⁷. Využití bandu 3GPP samo o sobě však není garancí širokého portfolia různých tříd a typů terminálů od více výrobců s předpokladem úspor z rozsahu, a tedy nižších pořizovacích a provozních nákladů na jeden terminál – to je možné docílit jenom využitím bandu 3GPP s dostatečně velkým komerčním trhem koncových uživatelů jak veřejných mobilních operátorů, tak složek PPDR (tzv. „globální band“).

Vztah mezi Pásmy 450 a 700 a relevantními bandy 3GPP je uveden na následujících dvou obrázcích.

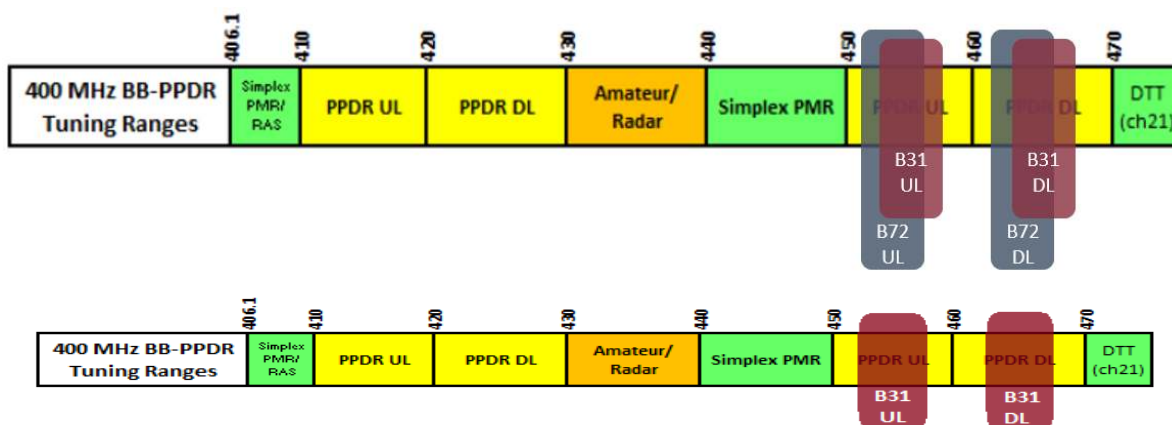
²⁶ Zdroj: Report 218 CEPT ECC

²⁷ 3GPP TS 36.101 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception

Obrázek 8: Bandy 3GPP v Pásmu 700



Obrázek 9: Bandy 3GPP v Pásmu 450



Pro co nejširší využití terminálů (s ohledem na budoucí kmitočtová pásma pro komunikaci PPDR, národní a mezinárodní roaming a/nebo sdílení sítí, přeshraniční spolupráci) je žádoucí požadovat u výrobců terminálů, resp. čipových sad, podporu co největšího množství bandů 3GPP což však často nelze technicky realizovat a je tedy nutné požadavky přizpůsobovat dostupnosti rádiového spektra, způsobu řešení implementace systému BB-PPDR včetně zapojení veřejných mobilních operátorů a požadavkům na přeshraniční spolupráci.

Čipové sady pro B28 a B31 již na trhu existují, pro specifické evropské požadavky²⁸ na B68 není v současnosti potvrzena dostupnost a výrobci relevantních technologií (např. společnosti Qualcomm, Samsung, Altair, Sequans) zatím nepotvrdili vývoj této varianty čipové sady.

²⁸ přísný požadavek na potlačení vyzařování ve vedlejších pásmech (OOBE) -42 dBm ve srovnání s -25 dBm ve zbytku světa (resp. zejména na středním východě, pro který B68 původně vznikl)

Specifické (přísnější) evropské požadavky pro B68 (pokrývající Option C) jsou stanoveny, aby bylo zajištěno nerušení DTT. Tyto způsobují, že v současnosti není k dispozici potvrzení hlavních výrobců čipových sad, že budou tuto variantu vyvíjet. Tato skutečnost přináší nezanedbatelné riziko vyšší ceny pořízení terminálů z důvodu malého objemu vyráběných komponent a také riziko monopolizace výrobce. Dále je rovněž potřeba pracovat s jistou mírou rizika opačného rušení, tj. rušení sítě systémů BB-PPDR vysílači DTT, a tedy snížení spolehlivosti či kapacity systému BB-PPDR v blízkosti vysílačů DTT. V případě scénáře nevyužívání nejbližšího kanálu DTT (a tedy dalšího omezení rádiového spektra pro DTT) by bylo možné vrátit se k původním hodnotám pro B68. Muselo by však dojít k celoevropské shodě. K té prozatím nedošlo a v současné době je proto nutné tento scénář považovat za vysoce nepravděpodobný a **B68 za neperspektivní včetně kapacitních důvodů (pásmo 2x 5 MHz)**.

Z pohledu terminálu je také zásadní podpora kmitočtových pásem využívaných veřejnými mobilními operátory pro 2G/3G/LTE/5G – zvýšení dostupnosti a kapacity.

Dle dostupnosti kmitočtových pásem v jednotlivých zemích dochází k dalším diskuzím ohledně standardizace dalších bandů 3GPP (např. v kmitočtovém pásmu 410–430 MHz) a ty je nutné nadále sledovat a případně vyhodnotit jejich využitelnost. **Do doby standardizace, komerční dostupnosti terminálů od více výrobců a dostatečně velkého komerčního trhu jsou jiná kmitočtová pásma považována za neperspektivní.**

B28 je v současnosti jediným dlouhodobě perspektivním bandem 3GPP pro účely komunikace PPDR – splňuje všechny podmínky pro dosažení nízkých cen a dostupnosti širokého portfolia terminálů – je standardizován, je určen pro velké komerční trhy a také v rámci Evropy je určen pro komunikaci PPDR s dostatečnou šířkou dostupného pásma. **B31 lze z tohoto pohledu také považovat za perspektivní, ale z kapacitních důvodů (pásmo 2x 5 MHz) je v dlouhodobém výhledu nedostačující.**

Pásmo pro B72 bylo teprve nedávno standardizováno, technologická standardizace probíhá a v současnosti nelze určit dostupnost. Nicméně lze předpokládat, že čipové sady podporující B31 budou zároveň nebo s menšími modifikacemi podporovat také B72, ale ze stejných kapacitních důvodů jako B31 **je B72 v dlouhodobém výhledu nedostačující.**

Srovnání Pásem 450 a 700:

Obecně lze (velmi zjednodušeně) konstatovat:

- Pásmo 700 má vyšší útlum při šíření rádiových vln než Pásmo 450.
- Lepší šíření rádiových vln v Pásmu 450 je v praxi v prostředí ČR většinou negováno členitostí terénního reliéfu (přírodními překážkami) a nižší přenosovou kapacitou, která je dána zejména následujícími faktory:
 - absencí funkcionality čtyřsměrového příjmu z různých zdrojů u technologií pro Pásmo 450,
 - menší šířkou dostupného kmitočtového pásma (v Pásmu 450 2x 3 MHz bez refarmingu a max. 2x 5,5 MHz), kdežto požadavek je na minimálně 2x 10 MHz v Pásmu 700 s teoretickým maximem 2x 38 MHz),
 - u rádiových vln Pásmu 450 je menší citlivost způsobená malou separací vysílacích a přijímacích kanálů,
 - Pásmo 700 má vyšší spektrální účinnost, velikosti buněk se zásadně neliší,

- v Pásmu 700 uvádějí výrobci pro jejich technologie vyšší zisky antén (orientačně o 10 %), ale i vyšší útlum / ztráty při průchodu vln prostředím (orientačně 5-10 %).
- U Pásmu 450 s rostoucími požadavky na kapacitu roste úroveň šumu a SINR, což vede k potřebě výstavby základnových stanic v počtu srovnatelném s Pásmem 700.

2.4.1.4. Potřebné kapacity pro různé činnosti a operace PPDR

Rozhodnutí (16)02²⁹ CEPT ECC a Report 199 CEPT ECC³⁰ uvádí nutnou alokaci rádiového spektra, pro systémy BB-PPDR a zabezpečení širokopásmových datových služeb pro složky PPDR, alespoň na úrovni 2x 10 MHz. Tyto odhady jsou založeny na datech, která byla konsolidována na schůzkách se zástupci LEWP/RCEG a podložených dalšími provedenými studii a analýzami³¹. Jejich základem je tzv. „matice aplikací“ a z ní vycházející požadavky na širokopásmové aplikace BB-PPDR.

Z pohledu rozsáhlého využití systémů BB-PPDR byly analyzovány tzv. typické operační scénáře krizové komunikace:

- **PP1** (běžné, rutinní, operace) – např. automobilová nehoda, silniční kontrola.
- **PP2** (mimořádné nebo plánované události) – např. lesní požár, demonstrace, návštěva významného státníka či pořádání summitu.
- **DR**³² (živelní pohromy, havárie velkého rozsahu, konflikty) – např. povodně, zemětřesení, kriminální činy velkého rozsahu.

Vzhledem k tomu, že základní výpočty v Reportu 199 CEPT ECC vycházejí ze souhrnných statistik PP1 Německa (souhrn blíže nespecifikovaných dat policie, hasičů a záchranářů) a zároveň v situaci, kdy neexistují obdobné souhrnné statistiky v ČR, je potřeba pracovat s obecnými vstupy, předpoklady a požadavky:

- maximalizace územního dosahu síťové buňky v Pásmu 700,
- hustota obyvatelstva ČR cca 60 % a počet obyvatel cca 13 % ve srovnání s Německem,
- srovnatelná povaha incidentů (událostí) PP1 a způsob jejich řešení složkami PPDR,
- srovnatelný provoz na pozadí v rámci územní jednotky (typicky např. komunikace autonomních systémů, telemetrie),
- srovnatelné komunikační potřeby v případě scénářů PP2 a počátečních fází scénářů DR s ohledem na koncentraci jednotek PPDR v prostoru a čase.

²⁹ Decision (16)02 CEPT ECC, publikované 17. 6. 2016

³⁰ <http://www.ero-docdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCRep199.pdf>

³¹ např. ETSI SRDoc TR 102 628, 'Additional Spectrum Requirements for Future Public Safety and Security (PSS) Wireless Communication Systems in the UHF Frequency Range' WIK Consulting and Aegis Systems, 'PPDR Spectrum Harmonization in Germany, Europe and Globally', December 2010

NPSTC, 'Public Safety Communications Report: "Public Safety Communications Assessment 2012–2022, Technology, Operations, and Spectrum Roadmap"', Final Report, červen 2012

Defence R&D Canada – Centre for Security Science (DRDC CSS), '700 MHz Spectrum Requirements for Canadian Public Safety Interoperable Mobile Broadband Data Communications', únor 2011

³² Disaster Relief

Uváděné hodnoty rádiového spektra jsou pro uplink, přičemž se vždy předpokládá symetrický uplink a downlink, tj. stejná hodnota platí i pro downlink.

Zjednodušený konzervativní odhad (na základě úvahy, že počet incidentů PP1 bude za stejné časové období a buňku sítě v ČR ve srovnání s Německem nižší v měřítku odpovídajícím nižší hustotě obyvatelstva) potřeby spektra je pak 4,3 MHz pro minimální provoz a střední odhad potřeby spektra je 6,4 MHz pro scénáře PP1 využití širokopásmových služeb (oproti hodnotám 7,1 MHz a 10,7 MHz uvedeným v Reportu 199 CEPT ECC).

Úvahu o nižší potřebě spektra na základě nižší hustoty obyvatelstva nelze aplikovat pro scénáře PP2 a DR, protože v těchto případech je vždy snahou maximalizovat počty členů jednotek PPDR při zachování efektivity při zásahu (na základě vstupů PČR jsou běžné scénáře, kdy je na 1 km² více než 500 zasahujících členů jednotek PPDR). I v podmínkách ČR se tak lze řídit hodnotami z Reportu 199 CEPT ECC, tj. potřeba spektra pro širokopásmové datové služby se pohybuje v intervalu od 10,3 MHz do 14,3 MHz. Je tedy zjevné, že pro hraniční hodnoty nemusí dostačovat ani předpokládaná alokace 10 MHz a bude potřeba hledat další řešení, např. ve formě dočasného rozmístění izolovaných systémů taktického nasazení v jiných kmitočtových pásmech nebo mobilních základnových stanic.

Dále je potřeba započítat úzkopásmové hlasové služby, které se v současnosti provozují v systému PEGAS. Příloha 4 Reportu 199 CEPT ECC, na základě přidělu pro stávající systémy PPDR (2x 5 MHz) a na základě srovnání spektrální efektivity systému TETRA s LTE, odhaduje potřebnou šířku pásma pro úzkopásmovou hlasovou komunikaci v rámci systémů BB-PPDR na 3,2 MHz.

Výše zmíněné identifikované potřeby spektra dále vůbec nezahrnují:

- předpokládaný rozvoj v oblasti komunikace autonomních systémů (IoT, včetně např. video systémů),
- širokopásmové komunikace AGA (typicky videopřenosy z vrtulníků či dronů),
- možné širokopásmové služby pro blízkou komunikaci (tj. komunikace v přímém režimu),
- využití pásma komunikacemi dalších organizací a složek, jejichž povinnosti vyplývají ze ZolZS či KrizZ, a dalších případných organizací,
- spektrum potřebné pro izolované systémy taktického nasazení.

2.4.2 Dlouhodobá udržitelnost spektra

2.4.2.1. Systémy BB-PPDR

Z pohledu dlouhodobého rozvoje systémů BB-PPDR v ČR je nezbytná alokace spektra minimálně v rozsahu 2x 10 MHz v Pásmu 700. Toto pásmo však v současné době není k dispozici a jeho uvolnění je stanoveno dle materiálu „Zpráva o stavu realizace Strategie rozvoje zemského digitálního televizního vysílání“ na 30. června 2020. Alokační spektra v Pásmu 700 je tak jedním ze zásadních strategických cílů zajištění a rozvoje mobilních komunikací složek PPDR.

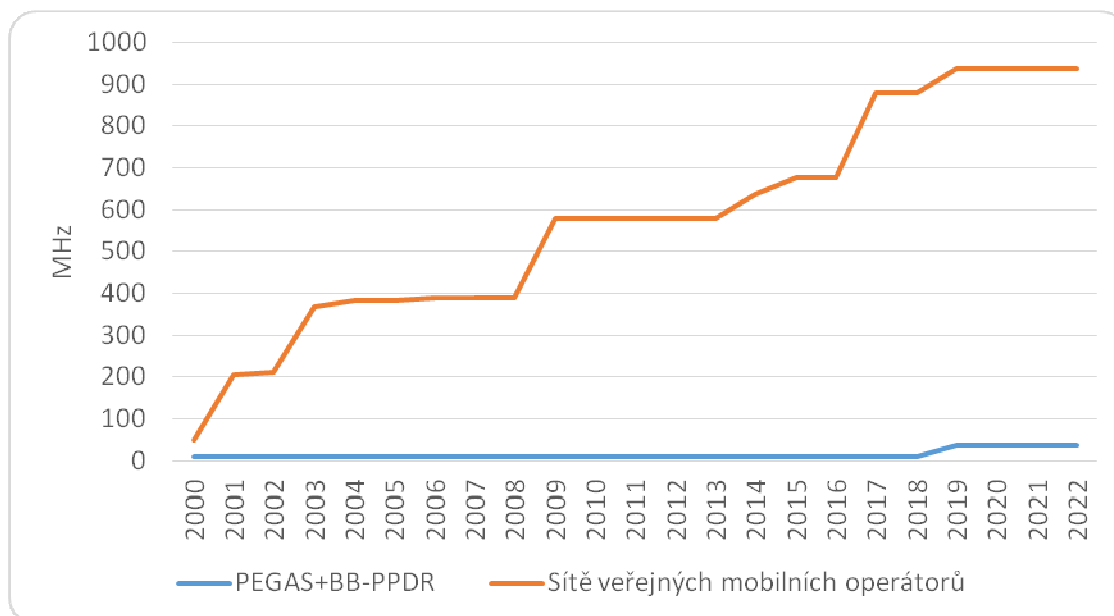
2.4.3 Srovnání alokace spektra pro krizovou komunikaci s alokací pro veřejné služby

Obrázek 10 vyjadřuje, jak alokace spektra pro komerční užití reflektuje technologický rozvoj a exponenciální nárůst datového provozu (viz Obrázek 11), který zaznamenali také složky PPDR, ale kvůli absenci odpovídajícího komunikačního prostředku jsou nuceni využívat

z pohledu krizové komunikace nedostatečných služeb poskytovaných veřejnými mobilními operátory.

Obrázek 10 zahrnuje i odhad alokace kmitočtových bloků v Pásmu 700 v roce 2019 (2x 18 MHz pro BB-PPDR, 2x 20 MHz + 20 MHz SDL pro veřejné mobilní operátory).

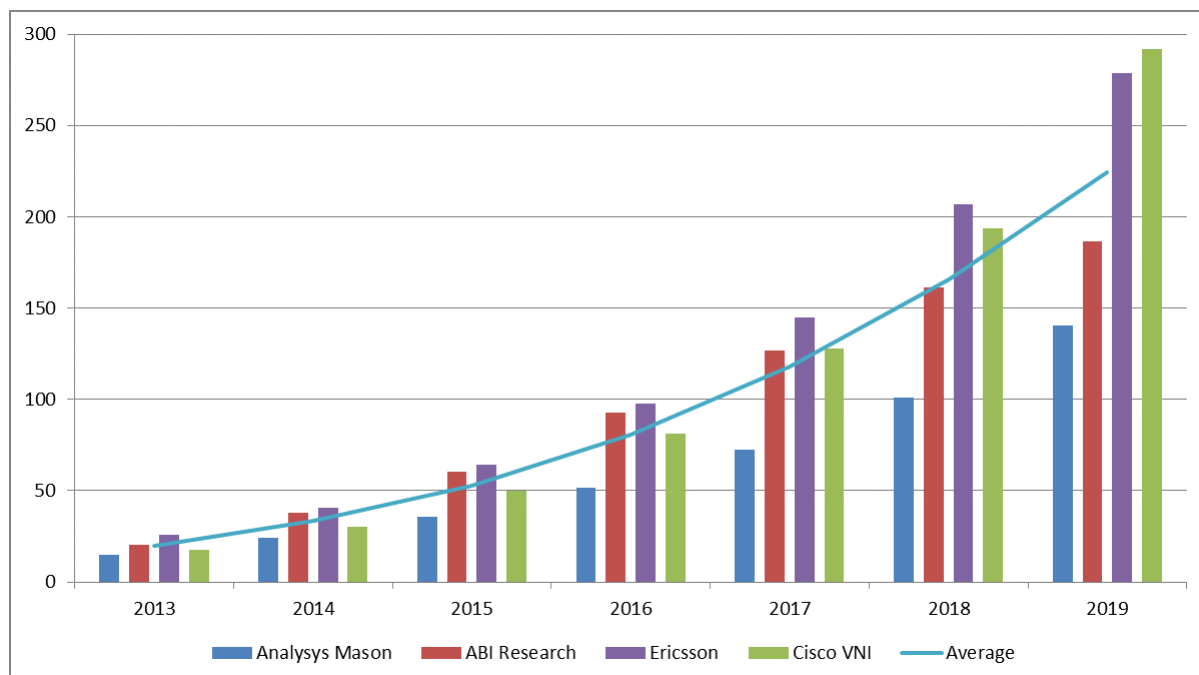
Obrázek 10: Srovnání alokovaného spektra



Různí analytici mobilního trhu předpovídají pokračující exponenciální nárůst datového provozu v dalších letech. Pro ilustraci je použit níže uvedený souhrnný graf asociace GSMA³³.

³³ GSMA – Mobile Spectrum „Data demand explained“, červen 2015

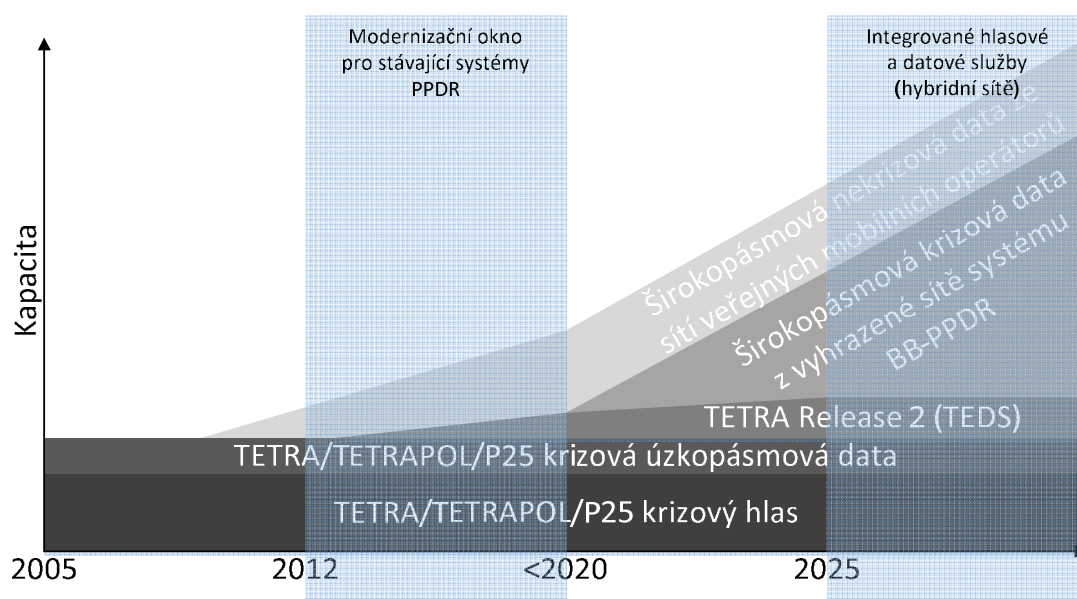
Obrázek 11: Globální roční mobilní datový provoz (v exabytech)



Pro budoucí potřeby komunikací složek PPDR a dalších subjektů veřejné správy je nutné zajistit dostatečné rádiové spektrum.

Na základě aktuálně známých potřeb složek PPDR a dalších subjektů veřejné správy lze očekávat obdobný vývoj nárůstu objemu přenesených dat jako u komerční mobilní komunikace, tj. každoroční nárůst provozu o 30 až 50 % (viz Obrázek 11).

Obrázek 12: Predikce³⁴ využití kapacit pro krizovou komunikaci



³⁴ Hans Borgonjen, 'European PPDR Broadband situation', CEPT/ECC CPG-PTA meeting, Mainz, January 2013

2.4.4 Zdůvodnění potřebného rádiového spektra v Pásmu 700 pro systémy BB-PPDR

Na potřebu spektra lze nahlížet z mnoha různých pohledů:

- legislativy a doporučujících dokumentů (primárně v rámci EU),
- potřebné alokace spektra pro různé scénáře činností a operací PPDR,
- nutnosti oddělení alokovaných kmitočtů pro specifické potřeby (např. izolovaných systémů taktického nasazení, AGA, komunikace v přímém režimu)
- srovnání s alokací spektra pro veřejné služby,
- nižšího počtu základnových stanic při zachování stejného pokrytí a kvalitativních parametrů v případě využití širšího kmitočtového pásma (např. 2x 10 MHz oproti např. 2x 3 MHz) a tím snížení investičních a provozních nákladů spojených s infrastrukturou a technologií základnových stanic a přenosovou sítí³⁵,
- snahy o snižování nákladů na základě spolupráce s veřejnými mobilními operátory,
- hodnocení míry rizika nedostupnosti komponent,
- zajištění odpovídajícího portfolia koncových zařízení v ceně srovnatelné s komerčními zařízeními,
- vyhnutí se vendor lock-in,
- ochrany využívaných kmitočtů před rušením a vzájemné kompatibility s využíváním sousedních kmitočtů.

³⁵ Srovnání nákladů na vybudování rádiové přístupové vrstvy (BS) se týká LTE v Pásmu 700 s přidělem 2x 10 MHz vůči LTE v pásmu 700 MHz s přidělem 2x 5 MHz. Při menším přidělu je pro stejné pokrytí území signálem zapotřebí většího počtu BS a tím jsou nutné náklady vyšší.

3. Vize, mise a cíle

Tabulka 2: Pojetí tvorby

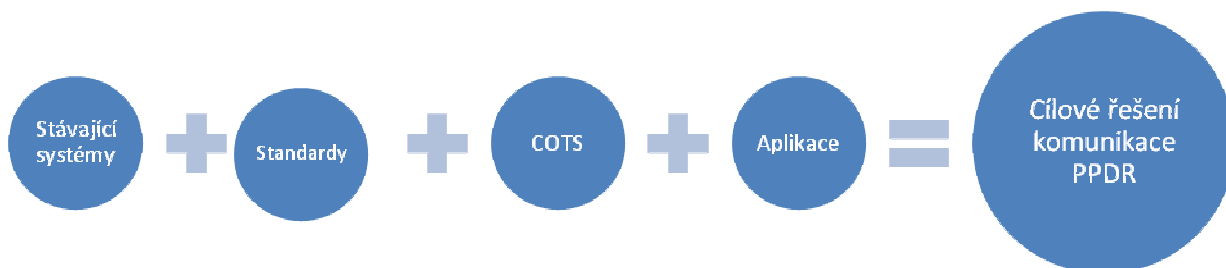
| Pojetí tvorby | |
|---------------|---|
| Vize | Složky PPDR v maximální možné míře využívají spolehlivé, bezpečné, efektivní a celoplošně dostupné služby mobilní krizové i nekrizové komunikace založené na moderním jednotném komunikačním systému BB-PPDR. |
| Mise | Zajistit účelným vynaložením nákladů a organizačním opatřením provoz stávajících systémů PPDR po nezbytně nutnou dobu. Definovat Cílové řešení včetně dlouhodobého využití vybraných stávajících systémů PPDR a migrace z neperspektivních systémů PPDR. Zajistit nasazení, provoz a dlouhodobý rozvoj Cílového řešení. |
| Cíle | Stanovení technologických opatření potřebných pro zajištění služeb komunikace PPDR. Identifikace a zajištění vhodného rádiového spektra. Zajištění dlouhodobě udržitelného rozvoje a provozu. |

Cílové řešení obecně vychází z požadavků a potřeb složek PPDR. Ty potřebují mít co nejlepší přehled o situaci a zabezpečení v rámci operací PPDR, a tím zvýšit operační efektivitu. Zároveň je potřeba zohlednit požadavky na využívání co nejrozšířenějších (a standardizovaných) prostředků a nástrojů komunikace PPDR.

Cílové řešení lze zjednodušeně popsat jako kombinaci následujících prvků:

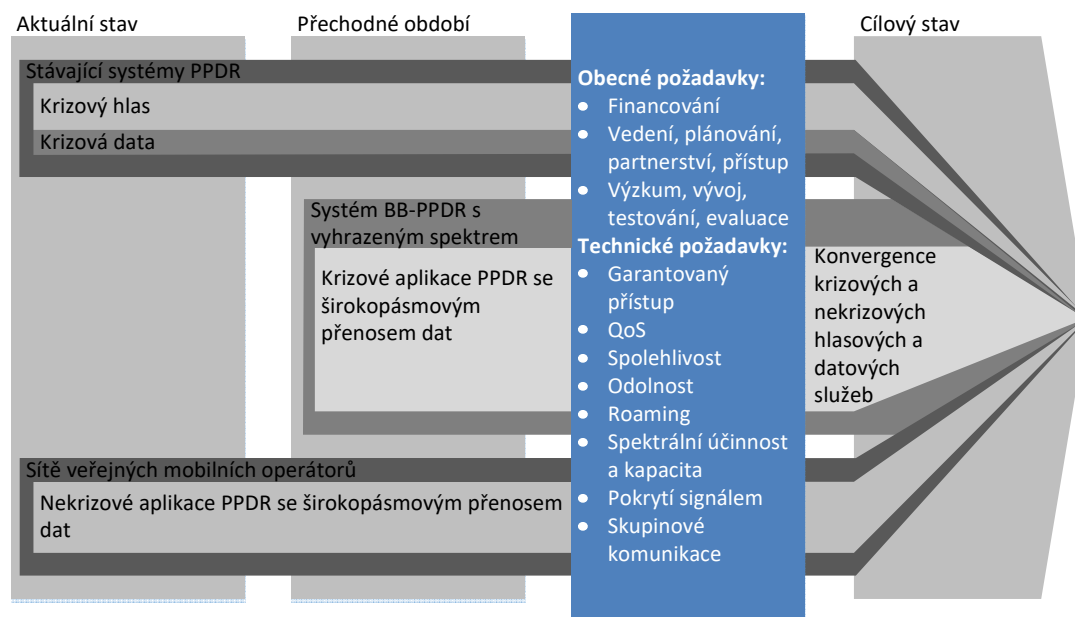
- přenesení klíčových funkcionalit stávajících systémů PPDR,
- standardizační aktivity (organizace 3GPP a další) a s nimi spojená moderní architektura řešení a poskytované funkcionality,
- využití komerčně dostupných komponent řešení (tzv. COTS),
- dostupnost IT aplikací tvořících uživatelské rozhraní jak na úrovni terminálu, tak na úrovni datových a operačních center.

Obrázek 13: Obecné schéma postupu při vytváření řešení



Jak již bylo zmíněno v předešlém textu, složky PPDR v současné době používají různé komunikační prostředky na bázi různých technologií. Cílové řešení se proto v co největší možné míře zaměřuje na příležitost konsolidace prostředků komunikace PPDR, tj. konvergenci uživatelských služeb a technologií poskytujících tyto služby.

Obrázek 14: Evoluce³⁶ komunikačních prostředků využívaných složkami PPDR³⁷³⁸



Obrázek 14 obecně popisuje postupnou konvergenci stávajících vyhrazených systémů PPDR a dalších využívaných komunikačních prostředků (např. sítí veřejných mobilních operátorů) s postupně nasazovanými technologiemi na bázi standardů 3GPP pro systémy BB-PPDR. Výsledkem je konvergence většiny mobilních komunikačních služeb využívaných složkami PPDR (počítá se zachováním některých stávajících systémů PPDR z různých důvodů (např. specifické technické vlastnosti, bezpečnost).

3.1. Cíle

Úkolem materiálu je stanovit postup pro zajištění bezpečných hlasových a širokopásmových datových služeb pro krizovou a nekrizovou komunikaci PPDR, případně dalších organizací a složek plnících úkoly veřejné správy, a to s ohledem na související legislativní požadavky, optimalizaci investičních i provozních nákladů.

Jsou definovány následující strategické cíle:

1. stanovení technologických opatření potřebných pro zajištění služeb komunikace PPDR,
2. identifikace a zajištění vhodného rádiového spektra,
3. zajištění dlouhodobě udržitelného rozvoje a provozu.

³⁶ US Department of Homeland Security, 'Public Safety Communications Evolution', November 2011

³⁷ QoS – kvalita služeb

³⁸ spektrální efektivita neboli účinnost – poměr bitové rychlosti a šířky pásma (jednotka bit/s/Hz), vyjadřuje, jak efektivně je kmitočtové pásmo využito pro přenos informace

3.1.1 Stanovení technologických opatření potřebných pro zajištění služeb komunikace PPDR

Základní premisou technologického zajištění a rozvoje komunikačních služeb pro složky PPDR je využití takových technologií, které jsou ve vysokém stupni standardizace a harmonizace, a tím zajištění:

- účelného využití veřejných prostředků,
- optimalizace investičních a provozních nákladů,
- kontinuálního vývoje funkčních vlastností jednotlivých technologických prvků,
- vytvoření vícevrstvé otevřené architektury umožňující spolupráci s více dodavateli,
- snadné integrace do navazujících IT systémů a infrastruktury operačních a informačních středisek,
- vytvoření prostoru pro uplatnění synergických efektů s jinými projekty zejména v oblastech kritické informační infrastruktury (dále jen „KII“).

Technologická opatření:

- Implementace systému BB-PPDR na bázi technologie LTE/5G dle standardů 3GPP:
 - s vyhrazeným jádrem nezbytným pro poskytování služeb a klíčovým pro implementaci modelů MVNO,
 - s vyhrazenou rádiovou přístupovou sítí se zajištěným vhodným a kapacitně dostatečným rádiovým spektrem,
 - se zajištěním širokého portfolia validovaných koncových zařízení, příslušenství a aplikací,
 - s implementací podpůrných IT systémů – podpůrných systému podnikání a provozních podpůrných systémů (dále jen „BSS³⁹“ a „OSS⁴⁰“),
 - s implementací bezpečnostních systémů, mechanismů a procesů pro zajištění bezpečnosti, dostupnosti a kontinuity provozu komunikačních služeb,
 - s integrací s dalšími komunikačními systémy PPDR (např. PEGAS), s operačními a informačními středisky, se sítěmi operátorů, s propojením do datových sítí atd.
- Implementace Full S-MVNO při využití národního roamingu a/nebo sdílení sítí veřejných mobilních operátorů se současnou implementací mechanismů QoS a v budoucnu také mezinárodního roamingu.
- Modernizace systému PEGAS na technologii TETRAPOL IP pro zajištění stávajících způsobů komunikace a kompatibility zařízení a aplikací do doby migrace na systém BB-PPDR.

³⁹ Business Support System

⁴⁰ Operations Support System

- Zajištění logicky vyhrazené přenosové infrastruktury s dostatečnou kapacitou a dostupností pro systém BB-PPDR a modernizaci systému PEGAS.
- Implementace bezpečnostních systémů, mechanismů a procesů pro zajištění bezpečnosti, dostupnosti a kontinuity provozu komunikačních služeb poskytovaných systémem BB-PPDR a systémem PEGAS.

3.1.2 Identifikace a zajištění vhodného rádiového spektra

Po posouzení maxima aktuálně dostupných informací je pro budoucí potřeby mobilních komunikací složek PPDR (viz kapitola 2.4) požadována následující **alokace v Pásmu 700**:

- Option A – 713-723 MHz (uplink) / 768-778 MHz (downlink) – 2x 10 MHz
 - primární účel – běžná krizová a nekrizová komunikace složek PPDR vytvářející vhodné vstupní podmínky pro jednání o případné formě sdílení přístupové sítě s veřejnými mobilními operátory, jejichž zájem o Pásmo 700 lze předpokládat
- Option D – 733-736 MHz (uplink) / 788-791 MHz (downlink) – 2x 3 MHz
 - primární účel – služby pro blízkou komunikaci (tj. komunikace v přímém režimu), autonomní systémy (např. IoT), izolované systémy taktického nasazení, AGA atd. při současném zajištění nezávislosti na systému BB-PPDR a zamezení vzájemného rušení
- Option C – 698-703 MHz (uplink) / 753-758 MHz (downlink) – 2x 5 MHz
 - rezerva⁴¹ do roku 2028 pro případ, že se prokáže potřeba alokace dalších kmitočtů pro potřeby komunikace PPDR

Tento rozsah je s výhledem na 10 let adekvátní a v souladu s předpoklady komunikačních potřeb složek PPDR (nejen) v Evropě.

3.1.3 Zajištění dlouhodobě udržitelného rozvoje a provozu

Odpovědnosti za realizaci výstavby a rozvoje systémů mobilních komunikací PPDR v České republice nese Ministerstvo vnitra v souladu se zákony č. 2/1969 Sb. O zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky (kompetenční zákon) a ZolZS.

Model jednoho provozujícího a rozvoj navrhujícího subjektu přináší **benefity v oblastech**:

- **služeb:**
 - rychlost modifikace stávajících a zavádění nových služeb dle požadavků uživatelů (složek PPDR),
 - jasná odpovědnost za služby z pohledu uživatele (konec–konec),
 - centralizace know-how,
- **rozvoje a provozu:**
 - jasná odpovědnost za svěřené systémy,

⁴¹ rezerva, která v příštích pěti až deseti letech poskytne ochranu DTT a za horizontem 10 let bude využita pro komunikaci PPDR – s ohledem na předpokládaný nárůst provozu v dlouhodobém výhledu

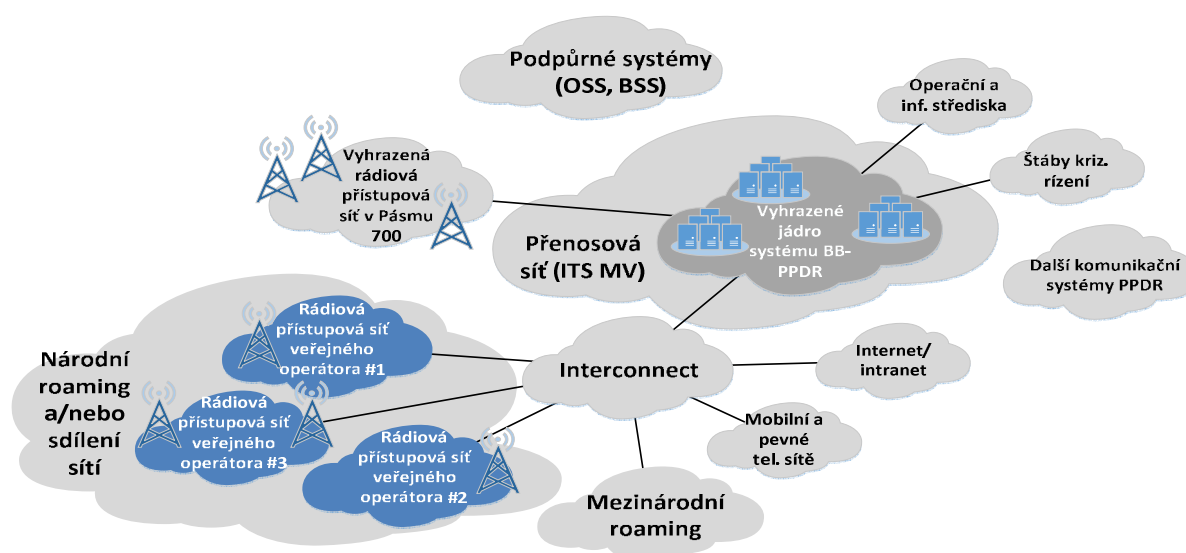
- návrhu optimalizace architektury v rámci různých systémů,
- dlouhodobé plánování životních cyklů jednotlivých komponent systémů,
- centralizace know-how od prvotních vizí až pro řešení provozních problémů,
- efektivní využívání zdrojů.

4. Rámec Cílového řešení

4.1. Cílové řešení

S ohledem na analytickou část dokumentu a strategické cíle je definováno následující Cílové řešení:

Obrázek 15: Cílové řešení



Cílové řešení v dlouhodobém výhledu odráží požadavky složek PPDR a dalších organizací a složek plnících úkoly veřejné správy na moderní komunikační služby, stav standardizace a připravenost systémů BB-PPDR pro poskytování služeb pro krizovou komunikaci, průmyslové, provozní a tržní trendy.

Cílové řešení je postaveno na moderních architektonických principech s vysokou mírou flexibility, která je dána standardizací a konkurenčním dodavatelským prostředím pro všechny komponenty a garantuje dlouhodobý koncepční rozvoj.

Cílové řešení integruje vlastnosti stávajících systémů PPDR s vlastnostmi a výhodami technologií používaných veřejnými mobilními operátory. Nasazením Cílového řešení dojde ke sblížení těchto dvou světů jak po technologické a provozní stránce, tak i z pohledu uživatelské zkušenosti.

Implementace, rozvoj a provoz Cílového řešení budou prováděny dle nejlepší praxe ze zavedených procesů a metodik (např. eTOM⁴², ITIL⁴³ a ISO⁴⁴).

4.1.1 Komponenty Cílového řešení

System BB-PPDR

- je postaven na bázi technologie LTE/5G dle Release 15 3GPP,
- je navržen s ohledem na požadavky vysoké dostupnosti, spolehlivosti, výkonnosti, bezpečnosti, flexibility, efektivity, interoperability a škálovatelnosti,
- potenciálně⁴⁵ nahradí stávající systém PEGAS a vybrané stávající systémy PPDR, při přenesení jejich funkčních vlastností,
- využívá vícevrstvou a komponentní architekturou skládající se z:
 - vyhrazeného⁴⁶ jádra,
 - vyhrazené rádiové přístupové sítě (nebo sítí),
 - koncových zařízení, příslušenství a aplikací,
- využívá vyhrazenou infrastrukturu a přenosové systémy (ITS MV),
- využívá standardizovaných komponent, komerčně dostupných produktů, možností virtualizace a cloudové infrastruktury,
- poskytne veškeré definované služby (hlasové včetně skupinových komunikací, širokopásmové datové, multimediální a doplňkové) pro krizovou i nekrizovou komunikaci,
- je integrovaný do veřejných a privátních datových sítí (internet a intranet), operačních a informačních středisek, štábů krizového řízení, mobilních a fixních telefonních sítí a případně dalších komunikačních systémů PPDR (např. systém PEGAS),
- je pro potřeby zabezpečení provozu Cílového řešení, poskytování komunikačních služeb a správu uživatelů integrován do stávajících nebo nových OSS a BSS.

Předpokládá se, že bude představovat moderní, univerzální a bezpečný komunikační prostředek nejen pro složky PPDR, ale pro celou veřejnou správu.

Jádro systému BB-PPDR

Jádro systému tvoří skupina propojených funkčních bloků, které zajišťují signalizaci komunikačních schémat a směrování uživatelských dat. Hlavní funkční bloky poskytují funkcionality pro krizovou komunikaci, pro přepojování a přenos paketů, pro zajištění multimediálních hlasových a doplňkových služeb.

⁴² Business Process Framework

⁴³ Information Technology Infrastructure Library

⁴⁴ International Organization for Standardization

⁴⁵ Až po důsledném ověření jeho funkčnosti a parametrů uživateli systému PEGAS. Stávající systém PEGAS tudíž zůstane v provozu, dokud nebude v hlasové komunikaci implementace systému BB-PPDR dosahovat přinejmenším stejných parametrů.

⁴⁶ V kontextu tohoto dokumentu znamená vyhrazené určené výhradně pro účely komunikace složek PPDR a dalších organizací veřejné moci s plnou kontrolou správcem a provozovatelem. Vyhrazení technologie garantuje zejména vysokou dostupnost, bezpečnost a flexibilitu.

Jádro systému je klíčovým prvkem pro zajištění funkčních vlastností systému a poskytování služeb. Z pohledu Cílového řešení je jeho vybudování základním předpokladem pro zajištění služeb Full S-MVNO. Umožňuje nastavení využití různých rádiových sítí dle typu služby a uživatele.

Jádro systému musí být budováno s ohledem na požadavky vysoké dostupnosti, bezpečnosti a spolehlivosti, které jsou nutné pro zajištění kontinuity služeb využívaných složkami PPDR. Proto musí být jádro systému budované jako vyhrazené, georedundantní s využitím minimálně dvou lokalit, bez kritických míst způsobujících výpadek systému (tzv. „single point of failure“), za použití SW/HW komponent s vysokou spolehlivostí a s vysoce sofistikovanými mechanismy pro vyhodnocování stavů dostupnosti jednotlivých komponent, pro synchronizaci a replikaci.

Pro potřeby komunikace PPDR je třeba zajistit vysoký stupeň zabezpečení. Proto je podmínkou plná kontrola správcem a provozovatelem technologie.

Jádro bude budováno tak, aby byly poskytnuty funkcionality respektující specifické požadavky (jak funkční, tak provozní) složek PPDR minimálně v kvalitě známé ze systému PEGAS.

Vzhledem k technologickým trendům, směřujícím k virtualizaci funkcí síťových prvků, je pro výstavbu jádra systému potřeba zajistit adekvátní prostor v rámci vysoce zabezpečených neveřejných datových center (dále jen „DC“). Tato DC budou využita pro zprovoznění jádra systému a souvisejících podpůrných a aplikačních systémů IT. DC musí splňovat požadavky minimálně Tier3⁴⁷ dle požadavků standardu ANSI/TIA-942⁴⁸.

Jádro systému musí umožnit provoz jak krizové, tak nekrizové komunikace využívané složkami PPDR a dalšími subjekty veřejné správy za použití sofistikovaných prioritizačních mechanismů zabezpečujících neustálou dostupnost služeb pro složky PPDR.

Jádro systému bude poskytovat služby pro komunikaci krizovou (zejm. skupinové komunikace a jejich prioritizace) i nekrizovou (hlasové, datové, multimediální a doplňkové služby kopírující služby dostupné v sítích veřejných mobilních operátorů). Přesný rozsah služeb bude předmětem dalších analýz a ujednání, každopádně cílem je konvergence služeb dle Obrázku 11 a poskytnutí srovnatelné uživatelské zkušenosti jako v sítích veřejných mobilních operátorů.

Zvláštní pozornost musí být věnována komponentám přímo poskytujícím služby pro složky PPDR a s nimi spojeným ekosystémem, kde hlavními kritérii musí být interoperabilita, flexibilita, otevřenost a uživatelská přívětivost, jelikož právě tyto komponenty tvoří základ poskytovaných služeb a koncoví uživatelé s nimi přichází do přímého styku (např. dispečerské nástroje pro management skupinových komunikací, nástroje pro výměnu informací a sledování aktuálního stavu).

Systém a jeho komponenty umožní vytváření logicky nezávislých organizací (tzv. „multi tenancy“) a rozdělení systémových zdrojů (tzv. „network slicing“) pro poskytování služeb jednotlivým organizacím veřejné správy dle jejich potřeb na stejné infrastruktuře bez dopadu na dostupnost, spolehlivost a funkční vlastnosti systému.

⁴⁷ Klasifikace pro porovnávání vlastností, výkonnosti a dostupnosti infrastruktury datových center. DC Tier3 přidávají další úroveň bezpečnosti použitím záložních prvků nad rámec Tier1 a 2. Tier3 umožňuje výměnu a údržbu komponent za plného provozu.

⁴⁸ standard pro telekomunikační infrastrukturu datových center

System poskytně standardní rozhraní dle 3GPP nebo obvyklých IT protokolů pro vývoj aplikací třetích stran či integraci se systémem.

U jádra systému bude vhodné diverzifikovat technologie používané v ČR v komunikačních systémech složek PPDR a v sítích veřejných mobilních operátorů, jelikož ty jsou považovány za záložní.

Vyhrazená rádiová přístupová síť

Vyhrazená rádiová přístupová síť v Pásmu 700 s alokací rádiového spektra dle kapitoly 2.4 bude realizována instalací adekvátního počtu základnových stanic pro dosažení definovaného pokrytí území signálem a předpokládaného charakteru komunikačního provozu. Cílovým stavem je pokrytí minimálně 95 % území ČR pro ruční terminál vně budov, a to při dosažení symetrických přenosových rychlostí 768 kbit/s na hraně buňky a při vyhrazení rádiového spektra 2x 10 MHz v Pásmu 700. Pokrytí zahrnuje i vykrytí zájmových území jako jsou hraniční přechody, zelená hranice, metro, tunely, vybrané podzemní prostory, objekty, které mají vnitřní rozvody pro nezávislý digitální opakovač, a další.

Jelikož počet stanovišť základnových stanic je zásadní položkou ovlivňující pořizovací, a především provozní výdaje (radiokomunikační technologie, prvky přenosové sítě, infrastruktura, nájem prostor, spotřeba elektřiny atp.), jedním z prvních kroků implementace musí být precizní radiodesign s cíli:

- minimalizovat počet stanovišť při zachování požadované kvality uživatelských služeb,
- v maximální možné míře využít infrastrukturu státu a samosprávných celků,
- zamezit nebo minimalizovat výstavbu nových stožárů,
- usilovat o souběh výstavby prvků systému BB-PPDR s výstavbou objektů a případně i s výstavbou sítí veřejných mobilních operátorů,
- identifikovat synergie v oblasti zájmových území jednotlivých PPDR (např. specifické lokality, AGA, tunely, koridory, metro, státní hranice).

Výstavba odhadovaného počtu základnových stanic ve vlastní režii státu je i tak ekonomicky velmi náročná, tudíž je žádoucí analyzovat možnost užší spolupráce s veřejnými mobilními operátory působícími v ČR v době implementace (různé formy sdílení infrastruktury a technologie, případně sdílení nevyužitých kapacit). Míra spolupráce s veřejnými mobilními operátory musí být v dalších fázích implementace definována na základě vyhodnocení míry rizik ve srovnání s předpokládanou finanční výhodností takové spolupráce.

Ze strategického pohledu je vhodné diverzifikovat rádiové přístupové sítě používané v ČR, tj. dodavatel pro vyhrazenou rádiovou přístupovou síť používanou složkami PPDR by se neměl ve velké míře vyskytovat v rádiových přístupových sítích veřejných mobilních operátorů, jelikož ty jsou považovány za záložní komunikační prostředek.

Koncová zařízení, příslušenství a SW aplikace

U systému BB-PPDR předpokládat široké portfolio zařízení a příslušenství zaměřených na specifické požadavky kladené na služby pro koncové uživatele.

Za účelem ověření kompatibility, zabezpečení provozu a kontroly kvality služeb se předpokládá, že ve vyhrazeném systému BB-PPDR se budou provozovat pouze validovaná koncová zařízení a příslušenství. Samotnou validaci bude zajišťovat stejný subjekt vlastněný stá-

tem, který bude provozovat síťovou infrastrukturu a který bude mít k dispozici adekvátní testovací prostředí.

Stejný přístup bude aplikován také pro SW aplikace. Tyto budou posléze dostupné pro uživatele ke stažení na zabezpečeném serveru. Systém BB-PPDR poskytne rozhraní pro jejich vývoj dle 3GPP nebo obvyklých IT protokolů.

Pořízení terminálů a příslušenství se doporučuje řešit koordinovaně, aby bylo možné využít množstevních slev a dalších výhod.

Infrastruktura a přenosové systémy (ITS MV)

Pro potřeby modernizace systému PEGAS i pro nasazení systému BB-PPDR je nutné zajistit vyhrazenou logickou přenosovou infrastrukturu s dostatečnou kapacitou, která bude základním komunikačním nástrojem pro propojení jednotlivých prvků těchto systémů. Pro přenosovou síť se předpokládá využití již vybudovaných, případně dalších nově realizovaných, segmentů sítě ITS MV. Nově musí být zřízena infrastruktura pro směrování provozu IP mezi prvky systému PEGAS i systému BB-PPDR. Pro zajištění kvality služeb jsou směrovače nezbytné i na úrovni základnových stanic.

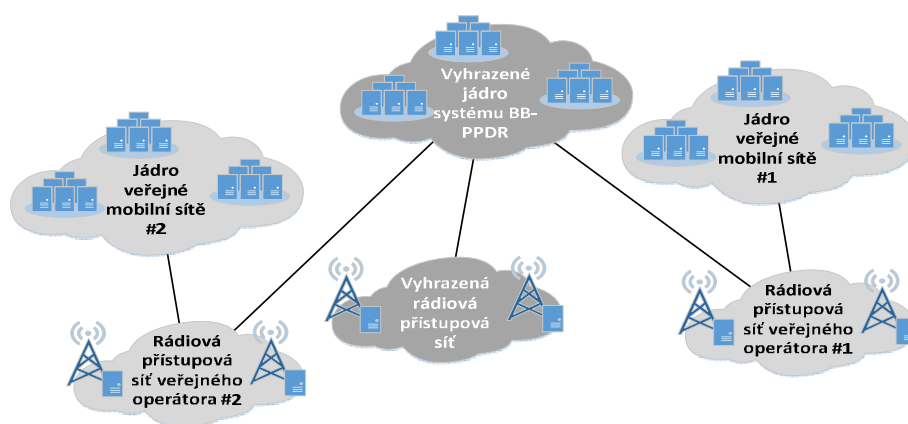
Z pohledu požadavků na vysokou dostupnost a spolehlivost musí dojít ke zodolnění sítě, a to zejména z hledisek úpravy topologie (především) přístupové přenosové sítě, modernizace technologie (směrovače IP), odolnosti proti rozsáhlejším výpadkům energetické soustavy a zálohování komponent jednotlivých prvků sítě.

Full S-MVNO

Implementace vyhrazeného jádra systému BB-PPDR umožňuje nasazení Full S-MVNO modelu a paralelní využití více rádiových přístupových sítí (např. vlastní vyhrazené, cizí sdílené, cizí pronajaté) pro poskytování komunikačních služeb.

Jak ukazuje Obrázek 16, služby pro krizovou i nekrizovou komunikaci PPDR ve všech případech poskytuje vyhrazené jádro systému. To platí jak pro případ národního / mezinárodního roamingu, sdílení sítí, tak pro provoz ve vyhrazené rádiové přístupové síti.

Obrázek 16: Model Full S-MVNO



Full S-MVNO nahrazuje přímý nákup služeb od veřejných mobilních operátorů, přičemž díky vlastnímu jádru a možnosti využití více přístupových sítí zásadním způsobem vylepšuje bezpečnost a dostupnost služeb.

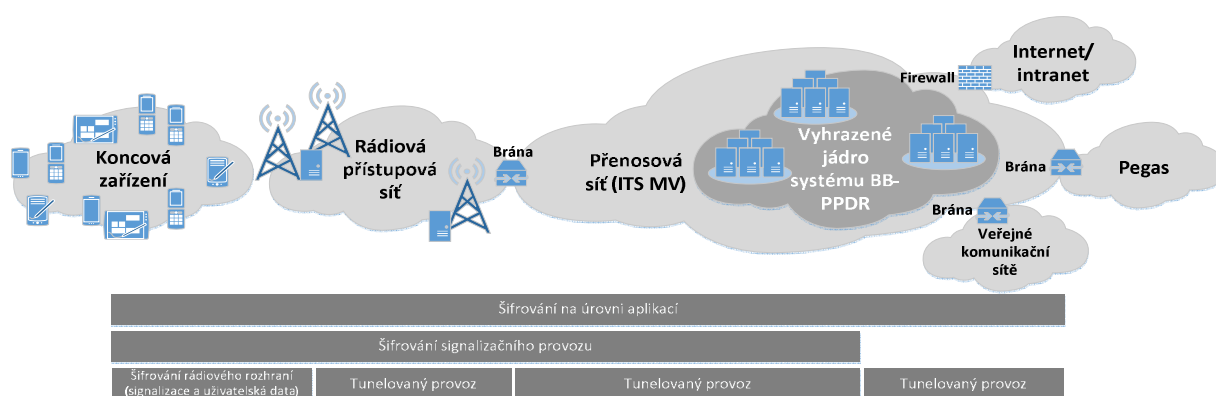
V kontextu tohoto materiálu je součástí Cílového řešení národní roaming a/nebo sdílení sítí domácích veřejných mobilních operátorů se současnou implementací mechanismů QoS. V budoucnu lze také uvažovat o mezinárodním roamingu. Full S-MVNO je jeden z kroků směrem k Cílovému řešení a nenahrazuje systém BB-PPDR s vyhrazenou rádiovou přístupovou sítí.

Národní roaming a/nebo sdílení sítí mají důležitou roli při postupném budování vyhrazené rádiové přístupové sítě v Pásmu 700 (umožňují provozovat určité služby bez dostatečného pokrytí území signálem vyhrazené sítě). Obecně zvyšují dostupnost služeb v rámci ČR (pokrytí území signálem, záložní komunikační prostředek). Zvyšují přenosovou kapacitu (lze odklánět provoz nebo využít jako dodatečnou kapacitu), umožňují přeshraniční spolupráci (mezinárodní roaming a interoperabilita systémů na bázi 3GPP) a přinášejí potenciál snížení výdajů vzhledem k možnostem využití infrastruktury veřejných mobilních operátorů v oblastech mimo tzv. zájmová území a sdílení infrastruktury.

Full S-MVNO zajišťuje širokopásmové datové služby (a obecně služby poskytované systémem BB-PPDR) ještě před spuštěním vyhrazené rádiové přístupové sítě v Pásmu 700. Je ale potřeba zdůraznit, že současné sítě veřejných mobilních operátorů nesplňují požadavky krizové komunikace, tudíž je žádoucí bezodkladně zahájit diskusi s operátory.

„Bezpečný“ v kontextu této kapitoly neznamená pouze vyhrazený a ve vlastnictví státu, ale také zabezpečený z pohledu kybernetické bezpečnosti, integrity a citlivosti přenášených informací (viz Obrázek 17). Full S-MVNO, jeho komponenty a rozhraní budou tudíž zabezpečeny dle moderních standardů (zejm. procesní a organizační opatření, použití firewallů, autentifikačních a autorizačních mechanismů, šifrování na různých úrovních, bezpečnostních bran).

Obrázek 17: Zabezpečení Full S-MVNO



4.1.2 Parametry Cílového řešení

Pokrytí území ČR rádiovým signálem:

- Minimálně 95 % území ČR (platí pro ruční a vozidlové terminály vně budov).

- Pokrytí bude zajištěno využitím vyhrazené / vyhrazených rádiových přístupových sítí v kombinaci s národním roamingem, čí sdílení v sítích veřejných mobilních operátorů.
- Zajištěno pokrytí zájmových objektů, které jsou pokryty nebo umožňují pokrytí současným systémem PPDR (mj. objekty s vnitřními rozvody pro umístění objektového převaděče).
- Zajištěno pokrytí specifických zájmových území, např. železničních koridorů, dálnic a hlavních silnic, letišť, tunelů a zázemí metra, budov s předpokládanou vysokou koncentrací obyvatelstva (koncertní a sportovní haly, významná sportovní zařízení, výstavní plochy), všech hraničních přechodů a 95 % hraničního prostoru ČR, tzv zelené hranice.
- Zajištěna komunikace s leteckými prostředky (AGA).
- V případě problematických oblastí nebo extrémní finanční náročnosti vybudování a provozu některých stanic základnových stanic je požadováno vybavení složek PPDR mobilními systémy taktického nasazení (případně jiným vhodným řešením), které umožní vytvořit spojení v trvale nepokrytých oblastech.

Přenosové rychlosti a kapacita:

- Jádru systému a přenosová síť jsou kapacitně dimenzovány pro obsluhu až 200 tisíc uživatelů a jimi generovaného signalizačního a uživatelského provozu.
- Systém je budován pro hraniční zátěž při zachování nízké úrovně blokování hovorů.
- Systém umožňuje provozování jednotek tisíců hovorových skupin a jejich dynamickou správu. Každá hovorová skupina umožňuje komunikaci jednotek až jednotek tisíců uživatelů.
- Přenosová rychlost na hraně buňky je stanovena na 768 kbit/s (na základě Reportu 199 CEPT ECC a dalších materiálů a diskusí s dodavateli) a je v horizontu roku 2027 považována za dostačující jak pro hlasové služby, tak pro širokopásmové datové služby – např. videopřenosy. Tato rychlost umožňuje videopřenosy ve střední či nízké kvalitě, paralelní skupinovou hlasovou komunikaci a datové přenosy na pozadí.
- Spektrum 2x 10 MHz umožňuje průměrné přenosové rychlosti 10/20 Mbit/s a maximální přenosové rychlosti blízké se 20/70 Mbit/s (uplink/downlink), což umožní další rozvoj nových služeb zejm. video přenosů v reálném čase.
- Oblasti s předpokládanými vyššími kapacitními požadavky (zejm. města) počítají s vyšším počtem základnových stanic.

Služby, funkcionality:

- Služby a funkcionality pro krizovou a nekrizovou komunikaci složek PPDR a dalších organizací veřejné správy.
- Národní roaming a/nebo sdílení sítí veřejných mobilních operátorů s podporou mechanismů QoS.
- Výběr (staticky a/nebo dynamicky) použité rádiové přístupové sítě pro určitý typ komunikace nebo uživatele.
- Vzdálená správa terminálů a jejich SW vybavení.
- Dynamická správa hovorových skupin, a to jak vzdáleně, tak v omezené míře přímo uživateli.
- Umožnění vytváření logicky nezávislých organizací (tzv. „multi tenancy“) a rozdělení systémových zdrojů (tzv. „network slicing“).

Rozhraní a integrace:

- Propojení s dalšími komunikačními systémy PPDR, sítěmi veřejných operátorů a komunikačními prostředky veřejné správy.

- Propojení do veřejných a privátních datových sítí (internet a intranet), operačních a informačních středisek IZS, štábů krizového řízení.
- Poskytnutí plně dokumentovaných rozhraní pro integraci operačních a informačních středisek, pro vývoj SW aplikací, zavedení velkých dat a souvisejících analytických nástrojů.
- Poskytnutí rozhraní pro zajištění zákonných odposlechů.
- Poskytnutí rozhraní pro záznam komunikací PPDR (zejm. videopřenosy, skupinové komunikace).

Spolehlivost, dostupnost:

- Celková dostupnost minimálně 99,9 %, klíčové funkční bloky cílí na dostupnost 99,999 %.
- Cílové řešení je zálohované a redundantní ve více vrstvách a to zejména:
 - jak lokální redundance, georedundance jádra systému, umístění v geograficky oddělených lokalitách v datacentrech Tier3,
 - dvě nezávislé cesty pro připojení prvků systému k ITS MV, pokud možno dvě trasy ke každé základnové stanici s minimalizací řetězení tras,
 - národní roaming a/nebo sdílení sítí veřejných mobilních operátorů s mechanizmy QoS – v případě výpadku vyhrazené rádiové přístupové sítě lze využít signál veřejného mobilního operátora technologie LTE/5G,
 - případné zachování vybraných systémů jednotlivých složek (např. ARS) – poskytujících hlasové a datové služby v převaděčovém a přímém režimu,
 - systémy taktického nasazení, mobilní základnové stanice, mobilní nezávislé opakovače apod.,
 - komunikace v přímém režimu bez zprostředkování komunikačním systémem.
- Systém a související infrastruktura neobsahují komponenty bez zálohy (tzv. „single point of failure“).
- Systém využívá vyhrazenou přenosovou síť ITS MV.
- Infrastruktura je vybavená bateriovými zálohami a dodatečnými statickými nebo mobilními generátory el. energie zajišťujícími zálohu napájení na minimálně 72 hodin.
- Jádro systému a jednotlivé funkční bloky jsou budovány, resp. vyvinuty tak, aby umožnily co nejjednodušší a ideálně bezvýpadkovou modernizaci či rozšiřování.

Zabezpečení:

- Implementace modelu Full S-MVNO zajišťuje, při zachování požadované úrovně zabezpečení komunikací a nezbytné kontroly nad komunikačními prostředky, národní a mezinárodní roaming či sdílení sítí veřejných mobilních operátorů a paralelní provoz vyhrazené / vyhrazených rádiových přístupových sítí.
- Systém je součástí KI, KII a splňuje požadavky dle ZoKB a výstupů dle ANB. Systém je zodolněn na základě provedených bezpečnostních testů a auditu.
- Systém je zabezpečen v souladu s ISO 27001 proti odposlouchávání, manipulaci přenášených informací, změně či předstírání identit, analýze provozu, vměšování do komunikací atd.
- V systému jsou provozovány jenom validované terminály, které využívají bezpečné SW aplikace, dostupné na zabezpečeném serveru.
- Systém umožňuje přenos zabezpečené komunikace, která je šifrována dalšími technologiemi (např. HW klíčem) nad rámec šifrování a zabezpečení standardně používaného technologiemi dle standardu 3GPP.

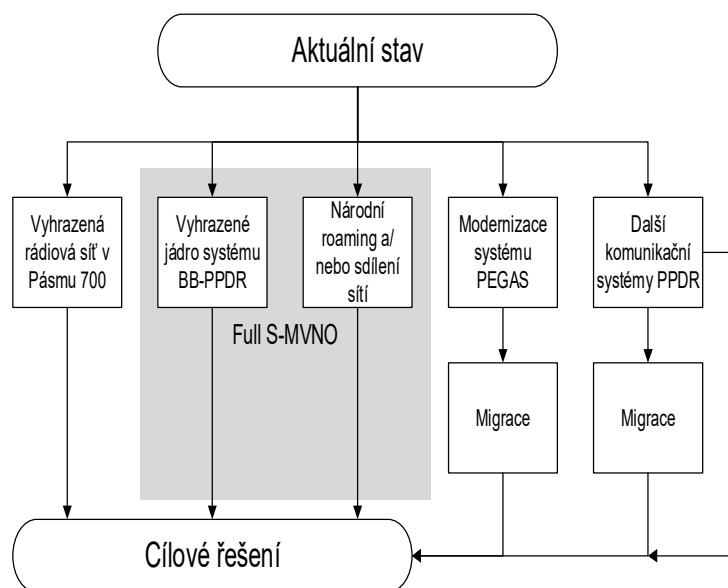
4.2. Postup nasazení a migrace na Cílové řešení

S ohledem na výše uvedené a strategické cíle, definuje následující postup nasazení a migrace na Cílové řešení.

Obrázek 18 popisuje:

- **Vyhrazené jádro systému** je základem systému BB-PPDR, a tudíž pevnou součástí Cílového řešení. Umožňuje služby krizové i nekrizové komunikace a s jeho výstavbou je nutné začít co nejdříve. Jádro systému je základem technologií dle standardů 3GPP, a tudíž garantuje dlouhodobou využitelnost vynaložených prostředků a zároveň nepředstavuje pro uživatele víceřadovou migraci spojenou s dalšími náklady. Technologie bude implementována dle aktuálně dostupných standardů 3GPP a postupně modernizována aktualizacemi SW dle vývoje releasů 3GPP dodavateli.
- **Modernizace systému PEGAS**
- **Full S-MVNO** a jeho dílčí aktivity jako národní roaming a/nebo sdílení sítí budou realizovány paralelně s výstavbou vyhrazeného jádra systému. Národní roaming je nedílnou součástí Cílového řešení.
- **Vyhrazená rádiová přístupová síť** je nedílnou a stěžejní součástí Cílového řešení. Tento materiál předpokládá alokaci spektra v Pásmu 700 (viz kapitola 3.1.2) a následnou výstavbu této sítě.

Obrázek 18: Postup nasazení a migrace na Cílové řešení

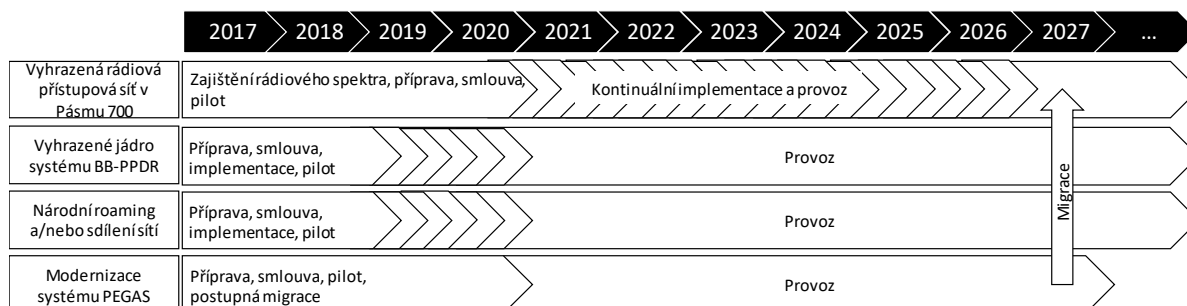


4.2.1 Orientační harmonogram implementace

Orientační harmonogram vychází z informací od dodavatelů technologií a infrastruktury, veřejných mobilních operátorů, standardizačních organizací a složek PPDR.

Níže uvedený Obrázek 19 znázorňuje harmonogram implementace hlavních komponent Cílového řešení a hlavních komponent dalších kroků souvisejících s postupem nasazení Cílového řešení v horizontu deseti let, neobsahuje např. další komunikační systémy PPDR.

Obrázek 19: Orientační harmonogram implementace



Uvedené časování předpokládá bezodkladné zahájení prací na implementaci všech komponent. Časování je též podmíněno bezodkladným zahájením dalších aktivit (např. zpracování Akčního plánu, legislativní úpravy, alokace kmitočtů, zajištění financování). Časování klade vysoké nároky na organizaci jednotlivých aktivit, zdroje a efektivní řízení.

4.3. Další aspekty spojené s implementací systému BB-PPDR

4.3.1 Možné změny v souvislosti s předpokládaným vývojem v oblasti telekomunikací a systémů PPDR

S ohledem na dynamický vývoj v oblasti nejen komunikace PPDR, ale celých mobilních komunikací (příprava standardů pro 5G, koordinace potřeb uživatelů systémů PPDR na evropské úrovni, různé možnosti sdílení sítí či provozování virtuálních operátorů, pravděpodobná aukce spektra v Pásmu 700 v ČR atp.) a samotné realizace Cílového řešení (zejm. národní roaming a/nebo sdílení sítí, mechanismy QoS) je žádoucí aktivní přístup ze strany MV ČR tak, aby byly v co největší možné míře prosazeny zájmy složek PPDR na zajištění spolehlivého komunikačního prostředí s funkcionalitami potřebnými pro výkon jejich činnosti.

Dále je potřeba monitorovat a aktivně přispívat k vývoji legislativy v ČR v oblastech, které mohou mít vliv na systémy či složky PPDR⁴⁹.

4.3.2 Cílové řešení jako prvek KI a KII

Vzhledem k tomu, že systém BB-PPDR by měl v budoucnosti nahradit systém PEGAS (a potenciálně další systémy BB-PPDR) a zároveň počítá s využitím infrastruktury a přenosových systémů ITS MV, je nutné brát v potaz, že Cílové řešení bude v okamžiku spuštění do provozu zapsáno na seznam prvků KI. I bez detailní analýzy je zjevné, že průřezová i odvětvová kritéria, dle KrizZ a nařízení vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvku KI ve znění novely č. 315/2014 Sb., budou splněna.

Cílové řešení bude zároveň součástí KII státu, a proto musí splňovat požadavky ZoKB a zohledňovat výstupy ANB.

Vědomí budoucího zařazení Cílového řešení do KI a KII přispívá k účelnému nakládání s finančními prostředky v průběhu výstavby Cílového řešení a může zamezit dodatečným nákladům po spuštění do provozu.

ANB přichází s jasně identifikovanou potřebou podpory dlouhodobého rozvoje komunikační infrastruktury a technologií veřejné správy a eGovernmentu pro využití při zajišťování vnitřní-

⁴⁹ např. zákon č. 348/2005 Sb., o rozhlasových a televizních poplatcích a o změně některých zákonů

ho pořádku a bezpečnosti, bezpečnosti státu a řešení krizových situací. Bezpečná a dostatečně odolná cesta přenosu informací mezi dotčenými složkami veřejné moci, jejichž informační a rozhodovací potenciál je klíčový pro případ rychlé reakce, je nezbytným technickým předpokladem odolnosti státu vůči všem hrozbám bez rozdílu. Tento požadavek se objevuje ve více než polovině zpracovaných kapitol ANB a je doprovázen i definicí potřeby cvičit využívání komunikačních kanálů v krizových situacích.

Cílové řešení musí být budováno jako bezpečný radiokomunikační systém. Technická a procesní bezpečnostní opatření musí být navržena s cílem snížit možné riziko zneužití obecně známých slabých míst IT komponent systému. Důraz je kladen na všechny základní složky bezpečnosti informací:

- dostupnost: informace jsou dostupné v požadovaném čase a na požadovaném místě,
- integrita: pouze oprávněné subjekty mohou informace vytvářet a měnit,
- důvěrnost: pouze oprávněné subjekty mohou informace číst,
- nepopíratelnost: subjekt, který provedl nějakou operaci s informacemi, se nemůže vzdát odpovědnosti za provedení akce.

Cílové řešení musí být adekvátně posouzeno z hlediska bezpečnosti a ve vztahu k ZoKB a ANB. Při nasazení nové technologie musí být splněny a dodrženy doporučené bezpečnostní standardy pro zvolenou technologii. Před nasazením nové technologie musí být posouzena bezpečnostní rizika spojená s nasazením dané technologie. Než dojde k uvedení nových komponent systému a celého systému BB-PPDR do provozu, musí být provedeno jeho z odolnění (tzv. hardening) a případně provedeny bezpečnostní testy a audit.

Pro zabezpečení komunikace se předpokládá zřízení nových systémů pro správu šifrování na různých úrovních komunikačního modelu OSI⁵⁰. Správa šifrovacích algoritmů a bezpečnostních kódů se předpokládá na straně složek PPDR, kde je to mandatorní. Vesměs jde o vzdálený přístup k technologii poskytující dané funkcionality s definovanými uživatelskými účty a právy, přičemž za provoz služeb je zodpovědný subjekt provozující síťovou infrastrukturu.

Cílové řešení bude zabezpečeno také v souladu s ISO 27001 proti odposlouchávání, manipulaci přenášených informací, změně či předstírání identit, analýze provozu, vměšování do komunikací atd.

V Cílovém řešení budou provozovány jenom validované terminály a příslušenství, přičemž budou využívány mechanismy pro autentifikaci, autorizaci jak terminálů, tak uživatelů. Stejný proces bude použit také pro SW aplikace, přičemž tyto budou dostupné pro uživatele ke stažení na zabezpečeném serveru.

4.3.3 Rozšíření alokace spektra pro komunikaci PPDR mimo Pásmo 700

Pro zajištění mobilních komunikací PPDR předpokládá Cílové řešení spolupráci, resp. využití spektra veřejných mobilních operátorů.

Tento předpoklad je dán nedostatkem volného rádiového spektra určeného pro IMT a zároveň v rozsahu bandů 3GPP.

⁵⁰ Open Systems Interconnection