



TECHNOLOGIE TETRAPOL A JEJÍ IMPLEMENTACE V RADIOKOMUNIKAČNÍ SÍTI PEGAS

Filip Večeřa¹

Abstract: Fire rescue departments, military, emergency medical and public safety services, require a high degree of radio transmission security. Tetrapol is a technology that guarantees high security of radio transmission. This technology is based a number of national radio communication networks in the space of public safety. This paper focuses on the description of Tetrapol technology implementation in national security network in the Czech Republic - Pegas.

Keywords: Tetrapol, communication, network, Pegas, transmission security

1. Úvod

Technologie zvaná Tetrapol, je světově uznávaný komunikační standard, který klade vysoký důraz na bezpečnost přenosu dat za využití prvků kryptografie a také na specifické potřeby komunikační podpory bezpečnostních složek. Technická specifikace technologie Tetrapol je dnes veřejně dostupná a otevřená pro další výrobce a vývojáře pod hlavičkou ETSI (Evropský harmonizační úřad v oblasti telekomunikací), ačkoliv se nejedná o evropský komunikační standard uznávaný ETSI. Během devadesátých let probíhá výstavba několika rádiových sítí na bázi technologie Tetrapol (francouzská policie – Acropol, francouzští hasiči – Antares, česká národní bezpečnostní síť – Pegas, švýcarská národní bezpečnostní síť Polycom aj.). V současnosti je využita technologie Tetrapol pro účely zabezpečené komunikace v 83 rádiových sítí ve více jak 30 zemích světa. [1] [3]

1.1 Vznik a historický vývoj technologie Tetrapol na trhu komunikačních technologií

V roce 1988 francouzská společnost Matra Communication představuje technologii digitální rádiové trunkové komunikace na bázi FDMA (frekvenční přístup k rozdělení kanálových zdrojů) nazvaná Matracom 9600. Rokem 1990 vzniká vstupem kanadské společnosti Nortel konsorcium Matra Nortel Communication (dále Matra N.C.), které v roce 1992 spouští na technologii Matracom 9600 digitální rádiovou síť Rubis pro francouzské četnictvo. Konsorcium Matra N.C. po neshodách opouští členství v ETSI a na komunikační trh přichází s vlastní technologií Matracom 9600 přejmenovanou na Tetrapol. ETSI v roce 1995 zveřejňuje vlastní řešení pro oblast zabezpečené komunikace na bázi TDMA (přístup ke kanálovým zdrojům v časových úsecích – timeslotech) nazvanou Tetra. Tetra a Tetrapol se

¹ Ing. Bc. Filip Večeřa, Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Nad Stráněmi 4511, 760 05 Zlín, Česká republika
tel.: 00420739041202
e-mail.: fvecera@utb.cz

tímto krokem stávají přímými soupeři na komunikačním trhu. Matra N.C. pod záštitou Tetrapol Fora (společensví založené v roce 1994 Matra N.C. a subjekty podílející se na vývoji technologie Tetrapol) nabízí ETSI v roce 1996 vlastní specifikaci technologie Tetrapol a žádá o uznání technologie Tetrapol jako evropské komunikační normy. Pod nátlakem americké společnosti Motorola je procedura schvalování pozastavena. V roce 1999 jsou práce na technické specifikaci Tetrapol znovu obnoveny a vzniká Tetrapol PAS (Public Available Specification), který otvírá specifikace technologie Tetrapol ostatním výrobcům. Ovšem z důvodu existence dvou technologií pro totožný účel (Tetra od ETSI), technologie Tetrapol nemohla být schválena ETSI jako evropský komunikační standard. Rokem 2000 společnost Matra N.C. přechází pod konsorcium EADS Telecom, které využívá obchodní název Conexity. Vývoj a produkci technologie Tetrapol na začátku roku 2011 přebírá nově vzniklá odnož EADS – Cassidian. V roce 2014 proběhlo přejmenování odnoží konsorcia EADS Telecom na značku AIRBUS Defence and Space, pod kterou je technologie Tetrapol distribuována dodnes. [1] [2]

1.2 Zavedení technologie Tetrapol v ČR

Počátkem 90. let není komunikační podpora jednotlivých záchranných a bezpečnostních složek (dále IZS) integrována, jedná se o samostatné analogové rádiové sítě, které nejsou uživatelsky propojitelné a dosahují hranice své technické i morální životnosti. Usnesením vlády č. 246/1993 je ministru vnitra ve spolupráci s ostatními resorty uloženo vypracování návrhu technického řešení propojitelnosti stávajících rádiových sítí jednotlivých složek IZS. Nově vytvořená mezirezortní komise navrhuje obměnu stávajících rádiových sítí novým radiokomunikačním systémem, který bude společný pro všechny složky IZS a využíván v běžných organizačních, ale i operačních činnostech. V průběhu roku 1994 probíhá veřejná obchodní soutěž pro vybudování společné radiokomunikační sítě, kterou vyhrává společnost Matra N.C. se svým řešením - technologií Tetrapol (Matracom 9600) aplikovaným u francouzského četnictva v síti Rubis. Pro novou radiokomunikační síť je ustanoven název Pegas. Ministerstvu vnitra (dále MV) je od Českého telekomunikačního úřadu v roce 1995 uděleno povolení ke zřízení a provozování radiokomunikační sítě Pegas pro IZS a k poskytování neveřejných telekomunikačních služeb touto sítí. Na podzim roku 2003 je oficiálně ukončena etapa výstavby infrastruktury radiokomunikační sítě Pegas a síť zprovozněna. Během let 2014 – 2015 probíhá realizace projektu rozvoje radiokomunikační sítě Pegas spolufinancovaného z fondu Evropské unie, projekt je zaměřen mimo jiné i na obměnu hardwaru a softwaru, který v roce 2003 nebyl technologicky k dispozici. [4] [5] [6] [7]

2. Radiokomunikační síť Pegas

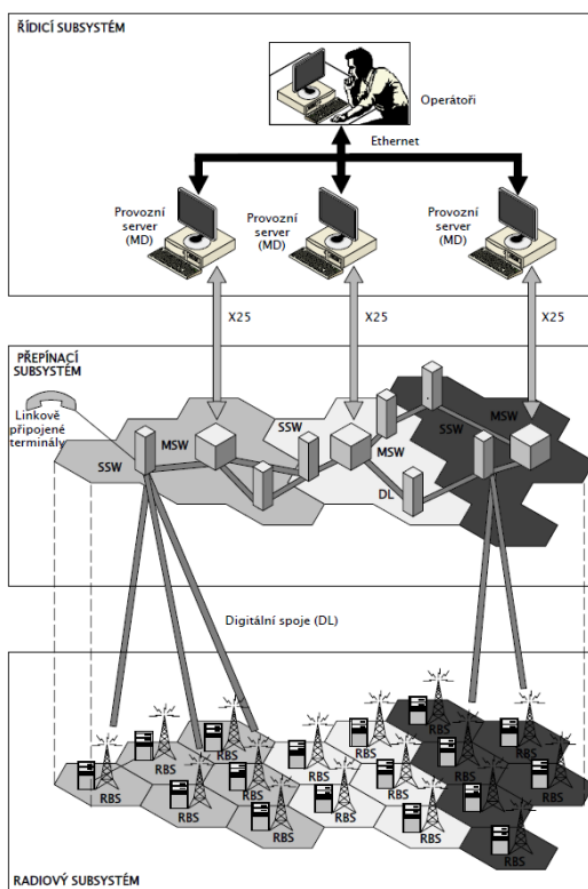
Radiokomunikační síť Pegas je komunikační systém složek IZS na území ČR zabezpečující šifrovanou individuální ale i součinnostní komunikaci po celé délce přenosové trasy. Jedná se o národní radiokomunikační síť pro krizovou komunikaci bezpečnostních složek, která je zřízena MV a její správou (operátorem) pověřena Národní agentura pro komunikační a informační technologie (NAKIT). Radiokomunikační síť Pegas je tvořena infrastrukturou, terminály a dohledovými pracovišti (3 vrstvy) a umožňuje provoz ve dvou režimech – s využitím infrastruktury sítě (systémový režim) nebo bez využití infrastruktury (přímý a opakovací režim) v simplexním a semiduplexním provozu rádiové komunikace. Síť umožňuje skupinové komunikace, vzájemný přístup terminálů dílčích sítí jednotlivých složek (flotil), tísňová volání, vynucení kanálových zdrojů hovory s vyšší prioritou, přístupy do mobilních sítí aj. [8]

Tabulka 1: Technická specifikace radiokomunikační sítě Pegas [12]

Radiokomunikační systém PEGAS	
Radiokomunikační standard	TetraPol
Modulace	digitální GMSK
Přístupová metoda	FDMA
Kmitočtové pásmo	UHF 380 - 400 MHz
Kanálová rozteč	12.5 kHz
Rychlost přenosu hlasové komunikace	8 kbps
Rychlost přenosu datové komunikace	3.6 kbps
Počet regionálních sítí RN	14
Technologie propojení regionálních sítí	dat. síť X.25 a digit. spoje
Rychlost přenosu datové sítě X.25 a digitálních spojů	2 MBps
Dosah základnové stanice BS pro přenosný terminál	8 km
Dosah základnové stanice BS pro vozidlový terminál	28 km
Trunková síť	

2.1 Infrastruktura radiokomunikační sítě Pegas

Infrastruktura radiokomunikační sítě Pegas je členěna do tří vrstev a to vrstvy řídicí, prepínací a rádiové. Řídicí vrstva je tvořena dohledovými pracovišti: technickým dohledem (dále TMP) - (obsahuje databáze OBD, MD provozní server a aplikace technického dohledu – stav sítě aj.) a dále taktickým dohledem (dále TWP) - (zabezpečující operativní de/aktivaci komunikačních rozhraní aj.) Řídicí vrstva mimo správy regionálních sítí RN umožňuje přístupy do externích sítí a distribuuje šifrovací klíče - KMC.



Obrázek 1: Vrstvy radiokomunikační sítě Pegas [9]

Propojení řídicí vrstvy s přepínací vrstvou je zajištěno pomocí sítě X.IP (dříve X.25). Přepínací vrstva je tvořena čtrnácti regionálními sítěmi RN, které odpovídají uspořádáním jednotlivým krajům. Regionální síť RN navzájem komunikují pomocí sítě X.IP (probíhá „dotazování“), ale samotné předávání informací běží pomocí digitálních spojů DL za využití PCM protokolu. Každá regionální síť RN je tvořena hlavní řídicí ústřednou (dále MSW) podružnými ústřednami (dále SSW), které navzájem komunikují pomocí PCM protokolu. MSW i SSW jsou z důvodu fyzické bezpečnosti umístěny spolu v jednom objektu (budova Policie ČR). V přepínací vrstvě k MSW a SSW ústřednám mohou být připojeny linkově připojené terminály (dále LCT) sítě V11 protokolem PCM. Přepínací vrstva komunikuje se základnovými stanicemi RBS (rádiovou vrstvou) taktéž digitálními spoji DL (rádio-reléové spoje - RRL, optické vedení apod.) protokolem PCM. Rádiová vrstva je tvořena základnovými stanicemi RBS a jsou k nim registrovány rádio-terminály. Základnové stanice RBS svým pokrytím signálu tvoří s jednotlivými přihlášenými rádio-terminály (základnový, mobilní - vozidlový, přenosný - ruční) buňky. Každá základnová stanice RBS pracuje s určitým počtem komunikačních kanálů neboli kanálových zdrojů. Přehlášení pohybujícího rádio-terminálu je mezi základnovými stanicemi RBS řešeno automaticky a tím je docíleno plošného pokrytí území (jedná se o švý handover, tedy přechod přihlášení rádio-terminálu mezi RBS ukončí komunikaci). [9] [10] [11]

2.2 Zabezpečení rádiového přenosu a šifrovací klíče

Základní rádiový přenos je založen na třech hlavních typech logických kanálů, které každá základnová stanice RBS vysílá:

- CCH – Control Channel – řídicí kanál: identifikace, zdroj provozních informací, šifra, statusy,
- TCH – Traffic Channel – provozní kanál: probíhá hlasová komunikace,
- DCH – Data Channel – datový kanál: probíhá datová komunikace (lokalizace, čtení z databází).

Technologie Tetrapol poskytuje širokou škálu bezpečnostních služeb pro zajištění šifrování komunikace. Deset z nich je určeno pro ochranu řídicího kanálu CCH proti odposlechu, rušení a zneužití a dvanáct ostatních slouží pro zajištění správné funkce systému. Zásadním krokem k zajištění bezpečnosti rádiového přenosu je zápis klíčů do terminálů. První z klíčů - Personalisation Key (dále PK) slouží k dešifrování identifikací sítě, resp. základnových stanic RBS a terminálů (šifra RFSI adresy). Tento klíč je totožný pro všechny regionální sítě RN v radiokomunikační síti Pegas. Každá síť na bázi technologie Tetrapol používá rozdílný klíč PK a tedy není možné naprogramovat terminál pro dvě různé sítě technologie Tetrapol současně. Dále jsou k dispozici služby pro ochranu komunikace jako je end-to-end šifrování – šifrování po celé trase přenosu, účastníci používají totožný klíč k šifrování i dešifrování vysílaných a přijímaných signálů (v přímém DIR a opakovacím IDR režimu - DMK klíč, v systémovém režimu - RNK, ORNK, NNK, ONNK klíče, které jsou časově omezeny – při vypršení platnosti dochází k dynamickému přidělení nových klíčů ze sítě). Každý terminál v systému se musí autentizovat a k tomu slouží Terminal Master Key klíč (dále TMK), který je před uvedením terminálu do provozu nahrán do terminálu. Mechanismus autentizace terminálu v systému probíhá tak, že dokud není TMK klíč v systému ověřen, terminál se nemůže účastnit komunikace. TMK klíč má svou kryptoperiodu, která je dle interních pokynů uživatelů (bezpečnostních složek) na pracovištích programování terminálů (dále TPS) obměňována. Dalším bezpečnostním prvkem je dálková správa systému, tedy dohledové pracoviště (taktický dohled TWP), které může na dálku zakázat přístup terminálů dle potřeby. [2]

2.3 Identifikace terminálů v radiokomunikační síti Pegas

Před uvedením terminálů do sítě, probíhá na pracovištích TPS tzv. personalizace, kdy je mimo firmwaru – šifrovacích klíčů a uživatelských oprávnění (třídy služeb) do terminálů nahrán software s jedinečným identifikačním číslem – RFSI adresou. Každý terminál účastníci se systémové komunikace musí být identifikován MSW pomocí jedinečné RFSI adresy. Dle RFSI adresy MSW autorizuje daný terminál a rozpozná jeho rozsah oprávnění k využívání jednotlivých systémových služeb. RFSI adresa je složena z 9 číslic a její charakter lze obecně přirovnat k telefonnímu číslu v GSM síti. Formát RFSI adresy je RRR F SS III, kdy číselná kombinace (dle číslovacího plánu MV) pozice R definuje region (kraj) ke kterému daný terminál náleží. Příslušnost ke konkrétní organizaci/bezpečnostnímu sboru nám určuje pozice F – flotila a přidělení terminálu ke konkrétním oddělení (v případě Policie ČR) nebo územním odborům (u Hasičského záchranného sboru ČR) definuje skupina ve formátu SS. Samotnou jedinečnost terminálu určuje identifikace ve formátu – III, mnohdy určená dle vnitřních metodických pokynů jednotlivých organizací. [8]

Tabulka 2 – Rozdělení formátu regionů a flotil dle číslovacího plánu MV [11]

Kraj	RN	RRR	Flotila	Organizační složka
Praha	0	101	1	Policie ČR - celorepublikové útvary
Středočeský	1	125	2	Policie ČR - územní působnost
Jihočeský	2	222	3	Celní správa, Gen. inspekce BS, krizové štáby aj.
Plzeňský	3	322	4	Městská policie (Ostrava, Liberec)
Karlovarský	4	362	5	Hasičský záchranný sbor ČR
Ústecký	5	422	6	Jednotky sborů dobrovolných hasičů
Liberecký	6	462	7	Zdravotnická záchranná služba
Kralovéhradecký	7	522	8	Ministerstvo obrany- AČR a Vojenská policie
Pardubický	8	562	9	Bezpečnostní informační služba
Vysočina	9	262	0	Školská zařízení a servis sítě
Jihomoravský	10	622		
Zlínský	11	662		
Olomoucký	12	762		
Moravskoslezský	13	722		

2.4 Systémový režim komunikace v radiokomunikační síti Pegas

Komunikace v systémovém režimu využívá celou infrastrukturu radiokomunikační sítě Pegas, kdy dochází k autentizaci a identifikaci terminálů a distribuci klíčů. V případě úspěšného přihlášení terminálů do radiokomunikační sítě Pegas a dle přiděleného „tarifu“ (třídy služeb) systém poskytuje služby:

- Hovorové skupiny - talkgroup TKG – základní fonetické komunikační rozhraní pro definovanou skupinu uživatelů (př. jednotky požární ochrany daného okresu jedoucí na místo události).
- Dispečerské hlášení – broadcast – technologicky založené na vytvoření otevřeného kanálu OCH (obdobně jako tísňové volání EMOCH) po časově ohraničený úsek. Jednosměrné volání dispečera dotčených terminálů s prioritou vstupu do stávajícího módu komunikace uživatelů bez možnosti odpovědi ostatních účastníků (př. vyhlášení poplachu operačním střediskem jednotkám požární ochrany na kondiční jízdě).

- Tísňové volání – EMOCH a ESOCH – otevřený kanál OCH s nejvyšší prioritou na kanálových zdrojích RBS, v případě aktivace tísňového tlačítka na terminálech dojde k vytvoření tísňového otevřeného kanálu s předem nadefinovaným příjemcem (terminál operačního střediska) a vzniku komunikačního prostředí pro nerušenou tísňovou komunikaci.
- Individuální volání – IND – vytvoření komunikačního rozhraní pomocí provozního kanálu TCH mezi dvěma uživateli za použití RFSI adresy (adresné volání), vytáčení ze seznamu adres LAD.
- Konferenční hovory – CNF – technologicky na bázi individuálního hovoru v maximálním počtu účastníků 1 + 4,
- Lokalizace vozidel - AVL – odesílání údajů o poloze ze satelitů GPS pomocí datového kanálu DCH.
- Statusové hlášení a SMS zprávy – odeslání krátké textové zprávy (i na mobilní telefon) nebo kódu typické činnosti – statusu – předem definovaný kódifikovaný výraz (př: příjezd na místo události).
- Prostup do interní a externí telefonní sítě – individuální hovor za využití provozního kanálu TCH a ústředny PABX s prostupem do vnitřních a vnějších telefonních sítí (terminály nekomunikují v duplexním provozu, je vyžadováno ukončovat relaci výrazem „příjem“).
- Hlasová funkční adresace – VFADR – tzv. rychlá volba, pomocí odeslání číselné kombinace (kódu) RBS z předem nadefinovaného seznamu vytvoří individuální hovor IND s přiřazenou RFSI adresou (př. vytočením „5“ je v každé regionální síti RN vytvořen individuální hovor s operačním střediskem Hasičského záchranného sboru ČR toho kraje, v kterém je volající terminál současně registrován).
- TCP/IP přístup - pomocí protokolu TCP/IP, umožňuje terminálu přístup k internetu či službám podporující TCP/IP protokol (př. listování v databázích Police ČR). [12]

2.5 Nesystémový režim komunikace v radiokomunikační síti Pegas

Režim komunikace, který nevyužívá infrastrukturu sítě, tedy neprobíhá identifikace terminálu pomocí RFSI adresy a nelze využít výše zmíněné uživatelské služby sítě, lze rozdělit na dva základní typy. Prvním typem je simplexní způsob komunikace tzv. přímý režim DIR. Komunikace probíhá mezi rádio - terminály přímo, je limitovaná rádiových dosahem. Druhým typem je způsob komunikace za využití nezávislého digitálního opakováče IDR. Jedná se o mobilní zařízení, které vytváří autonomní síť bez propojení do infrastruktury radiokomunikační sítě Pegas s vlastní sadou komunikačních kanálů pro fonetickou komunikaci. Použití režimu IDR lze přirovnat k síti za využití rádiového opakováče (převaděče) se semiduplexním rádiovým provozem. Komunikace v režimu IDR se mohou účastnit pouze rádio - terminály, které mají nadefinovány IDR kanály. V obou případech režimu komunikace (DIR i IDR) je k dispozici tísňové volání tzv. SOS DIR, které díky nastavené prioritě přeladuje nadefinované terminály v rádiovém dosahu na tísňovou komunikaci (bez ohledu na flotilu terminálu a na režim v kterém se terminál zrovna nachází). Během komunikace v nesystémových režimech je pro zabezpečení přenosu informací využít šifrovací klíč Direct mod key – DMK. [4] [8]

2.6 Koncová zařízení technologie Tetrapol aplikované v radiokomunikační síti Pegas

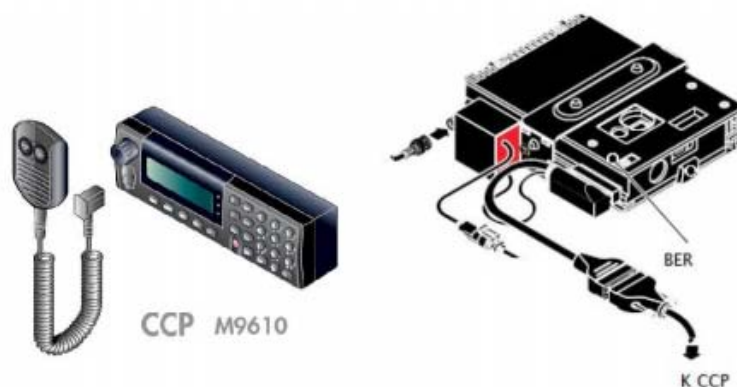
Koncové prvky radiokomunikační sítě Pegas lze rozdělit dle funkce na:

- mobilní a základnové rádio-terminály (vozidlové a stacionární v dislokacích uživatelů),
- přenosné rádio-terminály (ruční/osobní),

- linkově připojené základnové terminály,
- opakovače a zesilovače,
- rádiové převodníky,
- příslušenství.

2.6.1 Mobilní a základnové rádio - terminály

Mobilní a základnové rádio - terminály jsou složeny ze základních prvků, ovládacího panelu a rádiového modulu (terminálu tzv. BER). Mobilní rádio - terminály jsou umístěny ve vozidlech uživatelů, vybaveny napájecím zdrojem na 12V z energetické sítě vozidla a anténou upevněnou zpravidla na střeše vozidla. Základnové rádio- terminály mají redukované napájení z energetické sítě 240V na 12V a anténa je umístěna na střeše objektu umístění. V radiokomunikační síti Pegas jsou v současnosti využívány dvě generace mobilních a základnových rádio - terminálů. Druhá generace G2 je zastoupena modelem MC 9610, který ovládacími prvky vychází z analogové radiostanice Telecar 10 německé společnosti AEG. Montážní sada rádio - terminálu mimo-jiné obsahuje černo-bílý (zeleno-černý) dvouřádkový alfanumerický displej na ovládacím panelu (CCP – Command Control Panel) a rádiový modul BER G2. Druhá generace rádio - terminálu je hojně rozšířena u Policie ČR a HZS ČR, v současnosti je stále dostačující pro zajištění komunikační podpory u uživatelů se sníženými požadavky (převážně datové služby).



Obrázek 2 – Rádio - terminál generace G2 – MC9610 s CCP a BER [13]

Díky projektům Evropské unie byly v minulých letech 2014 - 2015 pořízeny a zavedeny do užívání rádio - terminály generace G3. Rádio - terminály třetí generace jsou zastoupeny modelem TPM 700, který disponuje ovládacím panelem (CH – Control Head) s barevným displejem a rádiovým modulem BER G3 s možností připojení zařízení druhé generace GPS 4M využívající technologii automatické lokalizace vozidel.



Obrázek 3 – Ovládací panel – Control Head rádio - terminálu třetí generace TPM 700 [15]

2.6.2 Přenosné rádio - terminály

Přenosné rádio-terminály slouží k zajištění komunikační podpory uživatelů mimo dostupnost mobilních rádio - terminálů, jsou předurčeny pro osobní použití bez omezení dostupnosti napájecí zdroje a umístěním antény. Přenosné rádio - terminály obsahují přenosný akumulátor a vlastní anténu, dosahují maximálního vysílacího výkonu 2W. V současnosti jsou k radiokomunikační síti Pegas využívány tři generace přenosných rádio - terminálů. První generace, respektive druhá generace G2 rádio - terminálů je zastoupena modely MC9620 a dle vybavení černobílého alfanumerického displeje a klávesnice pak doznačována na SMART, EASY+ a EASY. Těmto rádio - terminálům byla ukončena technická podpora pro případné opravy koncem roku 2015, tedy dobíhají v provozu skladové zásoby.



Obrázek 4 - Přehled generací přenosných rádio - terminálů [vlastní]

Nejrozšířenějším modelem jsou rádio - terminály třetí generace TPH 700 Jupiter s barevným displejem, Bluetoothem a případnou předurčeností pro výbušné prostředí a odolností vůči vodě (IP 67). Dále v minimální míře jsou v radiokomunikační síti Pegas používány manažerské verze třetí generace – TPH 600 Callisto, které disponují obdobnými vlastnostmi jako jejich zodolněný „bratr“ TPH 700 Jupiter. Od konce roku 2015 začínají být v menší míře distribuovány rádio - terminály čtvrté generace TPH 900 (u Policie ČR), které mimo schopností rádio - terminálů TPH 700 Jupiter disponují navíc integrovanou GPS, funkcí tzv. mrtvého muže – bodyguarda (vyslání signálu po daném časovém intervalu nehýbání se uživatele). [4] [12]

2.6.3 Linkově připojené terminály, rádiové opakače a převodníky

Terminály, které jsou umístěny v dispečerských pracovištích – operačních střediscích mohou být linkově připojeny, tedy v přenosu informací se základnovou stanicí LBS, popřípadě ústřednami MSW a SSW nejčastěji komunikují optickými kabely, nevyužívají rádiový přenos, ale přenos pomocí digitálních linek s PCM přístupem. Tyto terminály jsou často zapojeny v dispečerských pracovištích na ovládací dotykový panel (počítač).

V rámci radiokomunikační sítě Pegas jsou využívány dva typy rádiových opakačů. První opakač je IDR – nezávislý digitální opakač, zařízení druhé či třetí generace, které umožňuje rozšíření pokrytí území rádiovým signálem v nesystémovém režimu komunikace. K druhému zástupci se řadí zařízení VPW – Vehicular RePeater GateWay. Zařízení slouží k instalaci do vozidel a propojení s mobilním rádio - terminálem. Díky tomuto propojení je

signál pro systémovou komunikaci získáván z mobilního terminálu a dále prostřednictvím VPW šířen do okolí pro potřeby přenosných rádio - terminálů. [15].

3 Závěr

Základními kladenými požadavky uživateli na komunikační podporu při zvládnání mimořádných událostí je odolnost, propustnost, věrohodnost a zabezpečení přenosu informací. Technologie Tetrapol všechny výše zmíněné požadavky v současné době naplňuje i s využitím dnes už poměrně zastaralým přístupem k médiu FDMA. Implementace technologie Tetrapol do národní radiokomunikační sítě Pegas poskytla kvalitní nástroj komunikační podpory pro bezpečný přenos vytěžených informací jednotlivým složkám Integrovaného záchranného systému ČR.

Závěrem lze říci, že radiokomunikační síť Pegas v současnosti je správná volba vedení bezpečné krizové komunikace, která nabízí mnoho variant budoucího vývoje díky otevřenému standardu PAS. Budoucí vývoj je odvislý od finančních a politických aspektů.

Literatura

- [1] BEKKERS, Rudi. Mobile telecommunications standards: GMS, UMTS, TETRA and ERMES. Boston: Artech House, c2001, xvi, 627 p. ISBN 1580532500.
- [2] KETTERLING, Hans-Peter A. Introduction to digital professional mobile radio. Boston: Artech House, c2004, xv, 335 p. Artech House mobile communications library.
- [3] Airbus Defence and Space Oy: Tetrapol networks [online]. Elancourt, 2017 [cit. 2018-04-19]. Dostupné z: <https://www.securelandcommunications.com/tetrapol-networks>
- [4] HLADÍK, Václav. Radiokomunikace složek integrovaného záchranného systému v prostředí sítě PEGAS. Praha, 2009. Diplomová práce.
- [5] Radiokomunikační síť integrovaného záchranného systému „PEGAS“ [online]. Praha: Ministerstvo vnitra, 2015, 29.7.2015 [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/radiokomunikacni-sit-integrovaneho-zachranneho-systemu-pegas.aspx>
- [6] KOTEK, Vojtěch. Hromadná rádiová síť Pegas Ministerstva vnitra ČR pro Integrovaný záchranný systém v prostředí zdravotnická záchranné služby. Bratislava, 2007. Závěrečná práce.
- [7] NĚMEC, Jiří. BRK-02-2008-02P, př. 1. Jihlava, 2008.
- [8] VEČEŘA, Filip a PAVLÍK Lukáš. Mezinárodní konference Bezpečnostní technologie, systémy a management: možnosti radiokomunikačních sítí HZS ČR jako prvku kritické infrastruktury. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2015. ISBN 978-80-7454-559-7.
- [9] BLÁHA, Vladimír. Úvodní prezentace o rádiovém systému PEGAS: Pramacom Prague spol. s.r.o. Praha, 2011.
- [10] LUKÁŠ, Luděk. Informační podpora integrovaného záchranného systému. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. SPBI Spektrum, 76. ISBN 978-80-7385-105-7.
- [11] Kmitočty.cz: Original OK1ZOO monitoring website [online]. 2015. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: www.kmitocty.cz
- [12] VEČEŘA, Filip. Komunikační podpora operačního řízení HZS kraje. Zlín, 2015. Diplomová práce. Vedoucí práce Doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.
- [13] MAGADA, Michal. Pramacom Prague spol. s.r.o. Obecné představení systému PEGAS. 2011.

- [14] TPM 700 - RCTT communication. 2018. RCTT communication [online]. [cit. 2018- 04- 15]. Dostupné z: <http://www.rctt.sk/sk/Terminaly/TPM-700>
- [15] JANČÍK, Radek. Mobilní telefonie a její možnosti využití v oblasti IZS ČR. Praha, 2010. Diplomová práce. Bankovní institut vysoká škola Praha. Vedoucí práce PhDr. Ing. Antonín Pavlíček, Ph.D.