

MODERNIZACE JEDNOTNÉHO SYSTÉMU VAROVÁNÍ A VYROZUMĚNÍ VÝSTAVBOU BEZDRÁTOVÉHO KOMPLEXNÍHO KOMUNIKAČNÍHO SYSTÉMU HZS ČR

MODERNIZATION OF THE UNIFIED WARNING AND NOTIFICATION SYSTEM BY MEANS OF CONSTRUCTING COMPLEX WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM FOR THE FIRE RESCUE SERVICE OF THE CZECH REPUBLIC (FRS CR)

František GINZL
frantisek.ginzl@ioolb.izscr.cz

Abstract

To warn and notify public of emergency situations, the FRS CR uses the Unified System of Warning and Notification. Since the system is more than 20 years old, its modernisation is highly desirable. The market with radio technology nowadays offers a lot of alternatives, which could be used for the modernisation of the system. This article brings a short summary of basic characteristic of potential technologies. It also evaluates their benefits and limitations in relation to their assumed use. A solution for the new complex communication system that would be usable for other mobile communication needs of the FRS CR has been created on the basis of this evaluation.

Key words

Unified System of Warning and Notification, analogue radio network of the Fire Rescue Service of the Czech Republic, complex communication system of the FRS CR, transmission infrastructure, mobile communication.

Úvod

Včasně, rychle a spolehlivě varování obyvatelstva je základním opatřením směřovaným k zajištění jeho ochrany. K naplnění tohoto úkolu je provozován jednotný systém varování a vyrozumění (dále jen JSVV) [1]. Jeho přenosová infrastruktura je ve stávající technologické podobě provozována již déle než dvacet let. Fyzické stáří infrastruktury je skutečností, která sama o sobě vypovídá o potřebě její modernizace. U zařízení telekomunikační infrastruktury se počítá se střední obecnou technickoekonomickou živostností 8 roků. Výstavba přenosové infrastruktury JSVV byla zahájena v roce 1994 a většina základnových stanic byla zprovozněna do roku 2000.

Náročným požadavkům na včasnost a spolehlivost varování a tísňového informování obyvatelstva i při nově analyzovaných hrozbách musí odpovídat i infrastruktura JSVV. Škála potencionálně využitelných moderních zařízení a technologií se s ohledem na hektický vývoj v oblasti informačních technologií neustále rozšiřuje. K využití nových technologií však přenosová infrastruktura JSVV ve stávající podobě neposkytuje dostatečný prostor. Dokonce není možné plně využít ani veškerých funkcionalit, které poskytují elektronické koncové prvky varování, které jsou do JSVV již implementovány. Hlasové služby, které jsou základem tísňového informování, nejsou systémem ve stávající podobě podporovány, vyjma přenosu příkazů k odbavení verbálních informací uložených v paměti elektronických koncových prvků. Dálkové hlasatelské vstupy z vyrozumívacích center nejsou možné.

Obdobná situace je i u koncových prvků varování. Většina z nich jsou elektromechanické rotační sirény. V naprosté většině se jedná o sirény DS 977, jejichž výstavba byla zahájena a v masovém měřítku realizována v 70. letech minulého století. V souvislosti s výstavbou nové přenosové infrastruktury v roce 1994 byla zahájena jejich postupná obměna a rozšiřování JSVV o nové elektronické sirény. Koncem 90. let se objevily i nové prostředky, označované jako místní informační systémy (dále i jen MIS). I přes to 60 % koncových prvků varování tvoří i v současnosti sirény elektromechanické.

Vzhledem k rozšiřující se škále ohrožení s fatálními dopady na životy a zdraví narůstá potřeba dosažení výraznějšího pokroku právě v oblasti zajištění tísňového informování obyvatelstva a nouzové komunikace s ním. K naplnění těchto potřeb lze v současné době využít celé řady nových systémů a technologií. Jedná se zejména o fenomén současnosti – sociální síť. K daným účelům jsou použitelné i další prostředky, jako např. informační tabule, které jsou používány k předávání dopravních informací na dálnicích a dalších komunikacích. Významnou úlohu mohou sehrát nové možnosti poskytované doplňkovými službami v digitálním terestriálním nebo satelitním vysílání rozhlasu a televize. Lze sem zahrnout např. klasické doplňkové služby RDS v rozhlasovém vysílání, informační řádky a bannery v televizním vysílání.

Zásadní požadavky na nový JSVV

Na systémy charakteru JSVV jsou kladeny náročné požadavky, které vyplývají z jejich určení. Systém musí být jednoznačně tvořen provozně spolehlivou, odolnou a bezpečnou infrastrukturou. Vzhledem k rozsahu systému musí být zajištěna dlouhodobá perspektiva provozu, optimálně po dobu 20 let. Praxe i zahraniční zkušenosti determinují i to, že systém takového určení by měl být plně v rukou státu. Jeho přenosová soustava musí být zabezpečena proti rušení přirozenému i umělému a musí být zabezpečena proti nežádoucím a neoprávněným průnikům. Musí být použity efektivní modulace, kódová schémata a přenosové protokoly pro datové i hlasové služby.

I nový systém by měl být postaven na bázi bezdrátové přenosové technologie. Jednoznačně musí umožnit využívat i nadále veškeré stávající koncové prvky varování, a to s minimálními zásahy do jejich technologického vybavení. Minimálně na stávající úrovni musí být zachována selektivita dálkového ovládní koncových prvků a zajištěno redundantní pokrytí zájmových území signálem minimálně dvou základnových stanic přenosové infrastruktury.

Nový systém by měl nově umožnit přímý dálkový hlasatelský vstup do elektronických koncových prvků varování z vyrozumívacích center. Měla by být zajištěna i kontrola provozních stavů všech prvků přenosové soustavy a elektronických koncových prvků varování. Systém musí zajistit přenosy dat a poplachových informací z koncových prvků měření a diagnostiky nebezpečných jevů.

Nový systém by měl umožňovat využívat k varování a tísňovému informování i další prostředky, systémy a média. Tento článek je však zaměřen na problematiku přenosové soustavy JSVV a proto jsou koncové prvky varování zmiňovány pouze okrajově.

Možné víceúčelové využití systému?

V obdobném stavu, v jakém se nachází přenosová infrastruktura JSVV, se nachází i analogová rádiová síť HZS ČR (dále i jen ARS). Ta je určena pro rádiové spojení jednotek HZS ČR, pro součinnost s jednotkami požární ochrany ostatních zřizovatelů a pro součinnost

s dalšími složkami IZS [2]. Ani ARS ve stávající podobě neodpovídá současným požadavkům na profesionální mobilní komunikace a nedává perspektivu dalšího dlouhodobého provozu.

Mimo adekvátní reakce obyvatel na varování před konkrétním nebezpečím se v komplexu opatření k zajištění jeho ochrany jedná i o včasnou, efektivní a věcně správnou činnost orgánů odpovědných za řešení těchto situací v celé hierarchické struktuře orgánů krizového řízení. Na vyšších úrovních hierarchie jsou mobilní komunikační potřeby zajišťovány prostřednictvím národní radiokomunikační sítě IZS ČR – PEGAS. Na nejnižších stupních řízení jsou k dispozici výhradně veřejné komunikační systémy, zejména sítě mobilních operátorů.

Na kvalitu, spolehlivost a dostupnost spojení v mimořádných situacích jsou však kladeny vyšší nároky, než které jsou schopny veřejné sítě poskytnout. Mimo vysoké spolehlivosti a kvality jsou na profesionální mobilní komunikace kladeny další specifické požadavky. Jedná se zejména o potřebu rychlého přístupu ke kanálu. Z tohoto důvodu je používán přístup PTT – Push to talk (stiskni a mluv). V něm je možná sice komunikace vždy pouze jedním směrem (simplexní systém), ale na straně druhé se jedná o nejrychlejší přístup ke kanálu. Mimo to má tento druh provozu nižší nároky na přenosové kapacity v porovnání s plně duplexními systémy.

Dalším zásadním požadavkem na profesionální komunikace jsou efektivní schémata skupinových hovorů, která umožní přistoupit k provoznímu kanálu více paralelním uživatelům. Skupinové hovory jsou základním módem činnosti v profesionálních sítích. Ani tento druh provozu a služby pozdního vstupu do hovoru provozu nejsou veřejnými sítěmi podporovány. Mimo skupinových hovorů profesionální mobilní komunikační systémy umožňují i individuální volání, konferenční volání a propojení s telefonními sítěmi, tedy služby, na které jsme zvyklí i z veřejných sítí. S těmito požadavky souvisí pružné číslovací plány a adresace koncových zařízení.

Zásadním požadavkem na profesionální radiokomunikace je i možnost dispečerského řízení provozu, které zajišťuje efektivní provoz v rozsáhlých sítích s vysokými nároky na provozní zatížení. V profesionálních komunikacích jsou používána prioritní volání, kdy méně důležitý hovor nebo hustý provoz v síti nesmí zablokovat hovor s vyšší důležitostí. Hovory s vyšší prioritou mohou komunikaci vedenou s nižší prioritou v případě potřeby i přerušit. Obdobně musí být okamžitě odbaveny i pohotovostní (nouzové) hovory.

Významnou funkcionalitou v profesionálních rádiových systémech je i možnost spojení v přímém módu – DMO (Direct Mode). Tento mód je používán zpravidla pro spojení na místě zásahu. Jedná se o přímé spojení mezi dvěma koncovými zařízeními bez nutnosti použití infrastruktury. Tímto druhem provozu jsou šetřeny systémové prostředky a zajišťována komunikace i mimo dosah přenosové infrastruktury systému v odlehlých oblastech nebo místech se ztíženými podmínkami pro šíření rádiových signálů.

Z pohledu potřeby rozšíření funkcí JSVV i o poskytování hlasových služeb se přímo nabízí řešení, které by umožňovalo využít jedné infrastruktury k několika účelům – k ovládání koncových prvků varování, a to včetně kontroly jejich provozního stavu, k zajištění mobilních komunikačních potřeb HZS ČR a k zajištění nouzového spojení pro orgány krizového řízení na nejnižších stupních organizační struktury.

Technologické alternativy

Současný trh s mobilními komunikacemi nabízí celou řadu technologií, které lze k daným účelům použít. Jednotlivé technologie se vyznačují specifickými vlastnostmi, službami a funkcionalitami, které určují úroveň plnění výše uvedených zásadních požadavků. V následujícím je provedeno hodnocení potencionálních technologií. Z důvodu zajištění otevřenosti řešení pro široký okruh potencionálních dodavatelů byly posuzovány pouze

technologie, které jsou postaveny na bázi otevřených standardů, definovaných Evropským standardizačním institutem (ETSI), případně dalšími, obecně uznávanými autoritami.

V další části jsou uvedeny zásadní charakteristiky jednotlivých technologických alternativ.

POCSAG:

Standard **POCSAG** – Radio-Paging Code No.1 je definován doporučením č. 584 CCIR [3]. Technologii POCSAG je ve stávajícím JSVV zajišťováno dálkové spouštění koncových prvků varování. U elektronických prvků varování je prostřednictvím tohoto systému možné dálkově odbavit i verbální informace uložené v jejich paměti, případně připojit externí zdroj modulace (např. rozhlasový přijímač), který je následně použitelný pro předávání tísňových informací.

Principiálně se jedná o jednosměrný systém přenosu zpráv, prostřednictvím kterého není možné zajišťovat zpětnou kontrolu koncových zařízení ani realizovat hlasovou komunikaci. Přes tato omezení se pagingové systémy těší ve světě značné oblibě a jsou často součástí kritických komunikačních infrastruktur. Jejich hlavními přednostmi jsou jednoduchost, spolehlivost a nízké provozní náklady.

Protože je rádiová infrastruktura JSVV na bázi technologie POCSAG systémem jednosměrným, byl JSVV postupem času rozšířen o Monitorovací systém koncových prvků (dále i jen MSKP), který zajišťuje kontrolu provozních stavů koncových prvků varování a monitoring vybraných fyzikálních veličin v místě instalace koncového prvku varování nebo z čidel nebezpečných jevů na koncových prvcích měření. Jedná se o samostatný systém, který není řešen na bázi technologie POCSAG. Je použito proprietární řešení. Provozně byly zavedeny MSKP dvou generací. Komplexně není MSKP zaveden v žádném kraji a v některých krajích jeho výstavba nebyla vůbec zahájena.

Technologie CDMA:

Code Division Multiple Access (CDMA2000) je plně duplexní standard pro mobilní síť 3. generace (též technologie 3Gi), které používají kódový multiplex pro komunikaci mobilních koncových zařízení se sítí. CDMA2000 je souhrnné označení pro celou rodinu protokolů, které reprezentují několik vývojových stupňů [4].

V ČR jsou technologie CDMA používány dvěma veřejnými mobilními operátory k zabezpečení bezdrátových datových služeb.

Technologie CDMA překonává všechny srovnávané technologie, vyjma technologií 4G, v rychlosti datových přenosů. Naopak z pohledu hlasové komunikace je doba přístupu ke komunikačnímu kanálu v režimu PTT, ve srovnání s ostatními PMR rádiovými systémy, delší.

Technologie FDMA:

Frequency Division Multiple Access (FDMA) je digitální kanálová přístupová metoda, která poskytuje uživatelům individuální přidělení jednoho nebo několika frekvenčních kanálů. Systémy FDMA pracují se standardní šířkou 12,5 kHz nebo 6,25 kHz. Mohou pracovat i v analogovém režimu. [5]

Systémy FDMA jsou používány v sítích s nižšími nároky na obsazenost kanálů. Standardem je i možnost vysokého zabezpečení přenosů pomocí šifrovacích protokolů.

Metod FDMA používají rádiové síť několika standardů:

- Standard **TETRAPOL** je otevřeným standardem, který sice není specifikován ETSI, ale v Evropě jsou síť na bázi této technologie čteně využívány bezpečnostními složkami. Technologie tohoto standardu je používána i v národní radiokomunikační síti PEGAS,

provozované NAKIT, s. p. pro zajištění mobilních komunikačních služeb složek IZS. Síť pracuje s odstupem kanálů 12,5 kHz. [6]

- **Digital Private Mobile Radio (dPMR)** je otevřeným standardem dle doporučení ETSI. Pracuje s kanálovým odstupem 6,25 kHz. Standard je definován ve 2 úrovních Tier I a Tier II. V úrovni Tier II jsou rozlišovány 3 módy. 1. mód definuje spojení v přímém módu, 2. mód definuje spojení v konvenčním přenašečovém módu a 3. mód definuje spojení v plně digitálním trunkovém módu [7].
Ve srovnání s technologií použitou v síti PEGAS se standard dPMR vyznačuje vyšší intermodulační odolností. Vzhledem k menší šířce přenosového kanálu je pro dosažení pokrytí území potřebný i menší počet základnových stanic v porovnání s ostatními technologickými variantami.

Technologie TDMA:

Time Division Multiple Access (TDMA) je deterministická metoda přístupu k médiu pro sdílené síť. Umožňuje více uživatelům sdílet stejný kmitočtový kanál jeho dělením do několika časových úseků – slotů. TDMA se využívá v digitálních mobilních sítích 2G, jako jsou GSM, IS-136, PDC, iDEN, DMR a TETRA. [8]

- **Standard Digital Mobile Radio (DMR)** je otevřený standard definovaný pro profesionální digitální radiostanice. Je definován doporučeními ETSI. Systémy DMR pracují na kanálech s šířkou 12,5 kHz. Pro přístup ke kanálu je využíván dvouslotový časový multiplex. Standard je definován ve 3 úrovních označovaných Tier I až Tier III. Standard je postupně rozšiřován z hlediska funkcionalit, od klasického simplexního módu v úrovni Tier I, přes převaděčový mód až po plně digitální trunkový mód v úrovni Tier III. Technologie úrovně Tier III byly zavedeny teprve v roce 2015. [9]
- **Terrestrial Trunked Radio (TETRA)** je otevřeným standardem pro profesionální digitální radiostanice. Je taktéž definován ETSI. Systémy TETRA pracují na kanálech s šířkou 25 kHz, každý dělený do 4 časových slotů. Síť TETRA byly od samého počátku navrhovány pro použití bezpečnostními složkami. Z toho důvodu jsou ve standardu definovány příslušné funkcionality. Je možný provoz koncových zařízení i v přímém módu DMO, případně v převaděčovém módu. V systémech standardu TETRA lze přenášet krátké datové zprávy nebo paketová data. Pro krátké textové zprávy je určena služba SDS, která umožňuje přenášet zprávy až 256 B. Pro velmi krátké zprávy je možná použít tzv. stavové zprávy (16, 32 nebo 64 bit).
Rychlost přenosu dat je 7,2 kbit/s na jeden časový slot. Podstatně vyšších přenosových rychlostí dosahují síť postavené na standardu TETRA Release 2 tzv. TEDS. Systémy TEDS pracují s kanály o šířce 50 kHz a širšími. [10]
Systémy standardu TETRA jsou v Evropě hojně využívány bezpečnostními složkami.
- **Global System Mobile Communication (GSM)** je nejrozšířenější standard mobilní telefonie. Vzhledem k rostoucím nárokům uživatelů na přenosy dat byla v GSM Release 97 standardizována služba **General Packet Radio Service (GPRS)**. Tato služba umožňuje z mobilního telefonu připojení k Internetu, případně k jiným datovým sítím. Toto řešení bývá označováno jako „2.5G“. Další zvýšení rychlosti přinesly technologie **EDGE** a zejména **Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)**. [11]
Obecně byly síť GSM navrhovány jako veřejné komunikační systémy se zaměřením na komerční služby přenosu hlasu, zpráv (SMS) a dat.

Technologie LTE:

Long Term Evolution (LTE) je technologie určená pro hlasové služby, ale hlavně pro vysokorychlostní přenosy dat v mobilních sítích. Formálně jde o technologii spadající do tzv.

3G mobilních sítí, přičemž její následovník – LTE Advanced – je již plnohodnotným 4G řešením. [12]

V současné době se uvažuje o systému pro BB PPDR (BroadBand Public Protection and Disaster Relief – širokopásmový systém pro ochranu a varování občanů před přírodními katastrofami) v pásmu 700 MHz. Toto pásmo by mělo mít šířku 2 x 10 MHz a mělo by být celoevropsky harmonizováno. Diskuse na toto téma probíhá v EU již delší dobu, rozhodnutí v dané věci však dosud nepadlo.

Souhrnný přehled základních charakteristik posuzovaných technologií je uveden v tabulce č. 1.

Moderní základnové stanice lze provozovat v analogovém i digitální režimu. Na stejném hardware lze softwarovým upgradem měnit režim provozu např. na DMR, TETRA nebo i POCSAG. Jsou k dispozici i technologie, které lze provozovat v tzv. hybridním režimu. Na jedné nosné např. v režimu TETRA, na druhé v režimu DMR apod. Takovéto technologie pak usnadňují přechod z analogových na digitální systémy a umožňují na nové infrastrukturu souběžně provozovat stávající i nová koncová zařízení.

Hodnocení potenciálních technologických řešení

Mimo předpokladu, že nová technologie zajistí splnění všech výše uvedených zásadních požadavků a funkcionalit, byla při hodnocení zohledňována ještě tato kritéria:

- otevřenost technologie pro široký okruh potenciálních dodavatelů,
- dostupnost provozních kmitočtů,
- předpokládaný počet základnových stanic pro dosažení potřebné penetrace území rádiovým signálem,
- perspektivnost technologie.

V tabulce č. 1 jsou uvedeny zásadní charakteristiky a funkcionality jednotlivých technologických alternativ a jejich bodové hodnocení. Bodové hodnocení vyjadřuje úroveň plnění daného kritéria. Byla použita bodová stupnice 1–5 bodů, kdy vyšší počet bodů odráží kvalitativně či kvantitativně lepší úroveň plnění daného kritéria či funkcionality. V případě, že danou funkcionalitu systém poskytuje, ale nelze jí kvalitativně ani kvantitativně hodnotit, byl přidělen plný počet 5 bodů. Naopak v případě, že technologie danou funkcionalitu vůbec neposkytuje, bylo jí přiděleno 0 bodů.

V kritériu *počet základnových stanic pro dosažení pokrytí území ČR signálem systému* byly použity u systémů TETRA, DMR a dPMR odborné odhady. Ty vycházejí ze znalosti počtů základnových stanic používaných v ČR případně v zahraničí pro systémy obdobného použití nebo rozsahu. U technologie TETRAPOL byly použity údaje ze stávající sítě IZS Pegas. Aby bylo dosaženo požadované kvality pokrytí území signálem pro potřeby JSVV, bylo by síť Pegas nutné rozšířit o dalších 30 až 60 základnových stanic. U systémů ostatních standardů byly použity údaje o počtech základnových stanic používaných v ČR jednotlivými operátory. Toto kritérium umožňuje orientačně odhadnout i předpokládanou investiční a provozně ekonomickou náročnost systému.

Tabulka 1
Základní charakteristiky a hodnocení potencionálních technologií

Technologie/funkcionalita	POCSAG	body	CDMA [13]	body	DMR [14]	body	dPMR	body
Přístupová metoda			CDMA		TDMA		FDMA	
Otevřenost standardu	A	5	A	5	A	5	A	5
Hlasové služby	N	0	A	5	A	5	A	4
Individuální hovory	N	0	A	5	A	5	A	5
Skupinové hovory	N	0	A	3	A	5	A	5
Konferenční hovory	N	0	A	5	A	5	A	5
Provoz v přímém módu	N	0	N	0	A	5	A	5
Datové zprávy	80 znaků	3	Inst. Messaging	5	až 255 znaků	5	100	3
Přenosová rychlost	1,2 kb/s	3	153,6 kb/s UPL 3,09 Mb/s DWL	5	1,2 kb/s	3	A	3
Šifrování přenosu	A	5	A	5	A	5	A	5
Počet slotů na fyzický kanál	1	1	dle typu služby	4	2	4	2	4
Kanálová rozteč	25 kHz	3	1,25 MHz	2	12,5 kHz	4	6,25 kHz	5
Kmitočtové pásmo	160 MHz		400–450 MHz		66–960 MHz		136–174 MHz 400–470 MHz	
Dosah město/mimo město	15/45 km	5	2,5/10 km	2	8,5/30 km v pásmu 160 MHz	5	10/40 km	5
Počet základnových stanic pro dosažení pokrytí území ČR signálem systému	160	5	1000	1	250–300 (160 MHz) 300–450 (430 MHz)	4	200–250	4
Perspektivnost technologie		3		4		5		4
Nutnost páteří síť IP/EI	N	5	A	0	A	0	A	0
celkem bodů		38		51		64		63

Tabulka 1 – pokračování

Technologie/funkcionalita	GSM [15]	body	LTE [16]	body	TETRA [17]	body	TETRAPOL [6]	body
Přístupová metoda	TDMA		OFDMA – UPL SC-FDMA – DWL		TDMA		FDMA	
Otevřenost standardu	A	5	A	5	A	5	A	4
Hlasové služby	A	5	A	5	A	5	A	5
Individuální hovory	A	5	A	5	A	5	A	5
Skupinové hovory	N	0	N	0	A	5	A	5
Konferenční hovory	A	5	A	5	A	5	A	5
Provoz v přímém módu	N	5	N	5	A	5	A	5
Datové zprávy	160 znaků	3	A	5	až 255 znaků	5	A	4
Přenosová rychlost	22,8 kb/s	4	57,6 Mb/s UPL 172,8 Mbit/s DWL	5	7,2 kb/s (na kanál) až 50 kb/s TEDS	4		0
Šifrování přenosu	N	5	A	5	A	5	A	5
Počet slotů na fyzický kanál	8	5	dle typu služby	5	4	5	A	5
Kanálová rozteč	25 MHz	1	20 MHz	1	25 kHz	3	12,5 kHz	4
Kmitočtové pásmo	900, 1800, 1900 MHz		700, 900, 1800, 1900 a 2600 MHz		410–470 MHz, 900 MHz		380–400 MHz 806–825 MHz 851–870 MHz	
Dosah město/mimo město	2,5/5 km	1	2,5/5 km	1	5,5/20 km	3	9/30 km	4
Počet základnových stanic pro dosažení pokrytí území ČR signálem systému	1000 a více	1	800 (v pásmu 700 MHz) 1 000 a více (ostatní pásma)	1	450–500 (v pásmu 380–430 MHz)	3	260–280	4
Perspektivnost technologie		4		5		5		3
Nutnost páteřní síť IP/E1	A	0	A	0	A	0	A	0
celkem bodů		49		53		63		58

Přednosti a nedostatky jednotlivých technologických variant a výsledné hodnocení

Technologie lze hodnotit rovněž vyjádřením jejich předností a nedostatků. Toto porovnání je uvedeno v tabulce 2.

*Tabulka 2
Přehled předností a nedostatků jednotlivých technologií*

Technologie - standard	Přednosti	Nedostatky
POCSAG	<ul style="list-style-type: none"> - možnost využití stávající infrastruktury - ověřená technologie - jednoduchost infrastruktury – nevyžaduje propojení základnových stanic páteřní sítí - nízké provozní náklady 	<ul style="list-style-type: none"> - zastaralost použité technologie - nízká úroveň zabezpečení ve stávajícím JSVV - jednosměrný systém bez možnosti kontroly koncových prvků - proprietární řešení řízení systému - nemožnost přenosu verbálních informací
CDMA	<ul style="list-style-type: none"> - perspektivnost technologie - otevřenost standardu - vysoká rychlost a kapacita datových přenosů 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků varování - potřeba vyšší hustoty základnových stanic - nutnost páteřní sítě pro propojení základnových stanic - delší přístup ke kanálu v režimu PTT - nedostatek kmitočtů pro nový neveřejný systém nebo nutnost využití komerčních systémů za úplaty
DMR	<ul style="list-style-type: none"> - perspektivnost technologie - otevřenost standardu - široké portfolio dodavatelů - možnost využití pásma VHF 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků varování - nutnost páteřní sítě
dPMR	<ul style="list-style-type: none"> - perspektivnost technologie - otevřenost standardu - nižší počet základnových stanic - možnost využití pásma VHF 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků varování - nutnost páteřní sítě
GSM	<ul style="list-style-type: none"> - otevřenost standardu - široké portfolio dodavatelů - vyšší přenosová rychlost 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků varování - nutnost páteřní sítě - vysoká hustota základnových stanic - nemožnost provozu v režimu PTT a DMO - nemožnost dispečerského řízení provozu - nemožnost skupinových hovorů - absence priorit uživatelů - nedostatek kmitočtů pro nový neveřejný systém nebo nutnost využití komerčních systémů

Tabulka 2 – pokračování

LTE	<ul style="list-style-type: none"> - perspektivnost technologie - otevřenost standardu - široké portfolio dodavatelů - vysoká rychlost a kvalita datových přenosů 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků - nutnost páteřní sítě - potřeba vysoké hustoty základnových stanic - nemožnost provozu v režimu PTT nebo použití proprietárního řešení - zatím nedostatek provozních kmitočtů
TETRA	<ul style="list-style-type: none"> - perspektivnost technologie - otevřenost standardu - široké portfolio dodavatelů - určení pro systémy s vyššími nároky na provozní zatížení - ověřená technologie 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost výstavby nové infrastruktury a zařízení pro ovládání koncových prvků varování - nutnost páteřní sítě - vyšší hustota základnových stanic - omezená dostupnost provozních kmitočtů
TETRAPOL (PEGAS)	<ul style="list-style-type: none"> - existence přenosové infrastruktury - ověřená technologie - určení pro systémy s vyššími nároky na provozní zatížení 	<ul style="list-style-type: none"> - nízká perspektivnost stávající technologie - nutnost pořízení nových zařízení pro ovládání koncových prvků varování - potřeba zahuštění sítě základnových stanic - nutnost páteřní sítě - omezené konkurenční prostředí

Nejlepšího bodového hodnocení dosáhly systémy na bázi technologií DMR, dPMR a TETRA. Použitý způsob hodnocení diskriminuje technologii POCSAG, protože ta neposkytuje hlasové služby a právě ty tvoří významnou část hodnocení. Pokud by kritéria související s hlasovými službami nebyla brána v úvahu, dotáhl by se systém POCSAG bodově na roveň nejlépe hodnocených systémů.

Podstatnou výhodou technologie POCSAG je to, že základnové stanice není nutné fyzicky propojovat páteřní sítí. Přenos informací mezi základnovými stanicemi je realizován formou oběhu tokenu, který je v uzavřeném kruhovém systému přenášen od hlavní základnové stanice (master) přes všechny podřízené (slave) zpět na hlavní. To sice prodlužuje čas doručení informace z hlavní stanice na poslední koncové zařízení, ale na druhé straně je oběh tokenu nejjednodušším a nejspolehlivějším způsobem přepravy informace. Čas doručení informace je nejkratší v systému, ve kterém jsou základnové stanice propojeny páteřní sítí v topologii hvězda. Porucha páteřní sítě, zejména v uzlovém bodu, má ale zásadní dopad na doručitelnost informace.

Návrh cílového řešení

Pro zajištění varování, tísňového informování obyvatelstva a mobilních komunikačních potřeb HZS ČR je navrhováno vybudovat nový komplexní komunikační systém, který by byl:

- rádiovou infrastrukturou pro ovládání koncových prvků varování,
- rádiovou komunikační infrastrukturou pro sběr dat z koncových prvků varování, měření a detekce nebezpečných jevů,
- prostředkem pro přenos modulace přímého hlasatelského vstupu do elektronických koncových prvků varování z vyznámovacích center,

- rádiovou komunikační infrastrukturou pro mobilní spojení s jednotkami požární ochrany včetně jednotek Sboru dobrovolných hasičů,
- záložní rádiovou komunikační infrastrukturou rádiové sítě složek IZS Pegas a
- doplňkově i rádiovou komunikační infrastrukturou pro zajištění nouzového spojení starostů obcí s nadřízenými orgány krizového řízení v krizových situacích.

Komplexní komunikační systém koncipovat do samostatných subsystémů s krajskou územní působností. Řešit jej na bázi standardizované technologie, otevřené širokému okruhu dodavatelů. Optimálně by měl být systém provozován v kmitočtovém pásmu VHF.

Jako nejvhodnější bylo vyhodnoceno řešení na bázi technologie DMR, minimálně na úrovni Tier II. V případě předpokládaných vyšších nároků na provozní zatížení systému pak použít technologii standardu TETRA. Použít takovou technologii, kterou je možné provozovat i v režimu POCSAG. Tím bude umožněno zachovat stávající zařízení pro ovládání koncových prvků varování. Ostatní funkcionality pak řešit na bázi technologie DMR, případně TETRA.

Z důvodu spolehlivosti a vysoké dostupnosti služeb se doporučuje zachovat v režimu POCSAG i princip oběhu tokenu, nebo alespoň umožnit jeho použití v mimořádných situacích. To by umožnilo zajistit varování a tísňové informování obyvatelstva v případě výpadku páteřní sítě. Toto řešení by bylo přínosné i z pohledu požadavku na zajištění provozu JSVV po dobu minimálně 72 hodin od výpadku dodávek elektrické energie [18]. Energetická náročnost plně digitálních základnových stanic je, v porovnání s technologiemi analogovými, výrazně vyšší, protože digitální základnové stanice vysílají na nosném kmitočtu trvale.

Principiální schéma navrhovaného víceúčelového komunikačního systému HZS ČR je uvedeno na přiloženém obrázku.

Závěr

V případě realizace navrženého řešení by sice byly provozovány dvě relativně samostatné sítě, ale na bázi totožného hardware a na společných lokalitách. Zachování přenosového formátu POCSAG by znamenalo významnou úsporu investičních prostředků, protože by bylo možné používat bez omezení veškerá stávající koncová zařízení. Díky využití společných lokalit by navrhované řešení přineslo i úsporu provozních nákladů. Společný hardware by umožnil zajišťovat i servis přenosové infrastruktury jednou organizací.

Příspěvek vznikl v rámci projektu VI20152020009.

Literatura

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška ministerstva vnitra číslo 380/2002 Sb. ze dne 9. srpna 2002 k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 133.
- [2] Spojová a informační služba, rádiové spojení jednotek. In: *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR – částka 25/2009*.
- [3] *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/POCSAG>
- [4] <https://cs.wikipedia.org/wiki/CDMA2000>
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-division_multiple_access
- [6] http://www.tetrapol.com/technology/why_tetrapol/

- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_private_mobile_radio
- [8] <https://cs.wikipedia.org/wiki/TDMA>
- [9] https://cs.wikipedia.org/wiki/Digital_Mobile_Radio
- [10] https://cs.wikipedia.org/wiki/Terrestrial_Trunked_Radio
- [11] https://cs.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
- [12] <https://cs.wikipedia.org/wiki/LTE>
- [13] European Telecommunications Standards Institute. Dostupné z: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile/w-cdma>
- [14] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/digital-mobile-radio>
- [15] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile>
- [16] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile/long-term-evolution>
- [17] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/tetra>
- [18] ČESKÁ REPUBLIKA. Technické požadavky na koncové prvky varování připojované do jednotného systému varování a vyzoomění. In: *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR – částka 24/2008 ve znění částky 13/2009*.

