

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Ostrava 2010**

**Jan Moravec**

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany**

**Zajištění spojení příslušníků jednotek požární  
ochrany v prostorově rozsáhlých objektech**

**Student: Jan Moravec**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Kamil Soldán**

**Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu**

**Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2009**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Moravec**

Studijní program: B3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor: 3908R006 Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Téma: **Zajištění spojení příslušníků jednotek požární ochrany v prostorově rozsáhlých objektech**  
**Ensuring Communication between Members of Fire Brigades in Large-Volume Buildings**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Navrhnout řešení, které zabezpečí přenos signálů ve vybraných prostorově rozsáhlých objektech se zaměřením na anténní systém PEGAS.

Charakteristika práce:

Popis způsobů realizace spojení mezi jednotkami požární ochrany při zásahu.

Charakteristika provedení prostorově rozsáhlých objektů a hodnocení přenosu signálů v těchto objektech.

Popis systému PEGAS k přenosu signálů.

Návrh doporučení k zajištění přenosu signálů ve vybraných objektech.

Seznam doporučené odborné literatury:

- Vyhláška ministerstva vnitra č. 247/2001 Sb., Vyhláška o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany (vyhláška o požární represi).
- MV GŘ HZS ČR. Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu. Praha, 2004.
- Lošák, J, Dohnal, J. Technické prostředky požární ochrany. 1. vyd. Ostrava: EDICE SPBI SPEKTRUM 9, 1998, 99 s. ISBN 80-86111-22-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kamil Soldán**

Konzultant bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák

Datum zadání: 30.11.2009

Datum odevzdání: 30.04.2010

*Bradačová*

Ing. Isabela Bradáčová, CSc.  
vedoucí katedry



*Dudáček*

prof. Dr. Ing. Aleš Dudáček  
děkan fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně.

Přílohy dané mi k dispozici jsem samostatně doplnil.

V Ostravě dne 30. 10. 2010

.....

Jan Moravec

Děkuji vedoucímu Ing. Kamilu Soldánovi za odborné vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě RCD Radiokomunikace a zaměstnancům odboru komunikačních a informačních systémů HZS MSK za odborné konzultace a spolupráci při praktickém testování systémů.

## **Anotace**

MORAVEC, J. *Zajištění spojení příslušníků jednotek požární ochrany v prostorově rozsáhlých objektech* : bakalářská práce. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, FBI, 2010, 43 s.

V první části práce bylo pro dosažení cíle nezbytné stanovit požadavky taktiky zásahu HZS ČR a podmínky praktického použití systémů. Bylo zapotřebí určit předpoklady pro zavedení systému do taktiky. Bylo důležité zhodnotit, nakolik bude taktika dotčena. Pro zjištění předpokladů byla podstatná fakta o koncových prvcích a jejich možnostech, komunikačních kanálech, režimech síťového spojení a o problematice analogového a digitálního přenosu. Z obecného zhodnocení taktiky použití radiostanic vyplývá stanovení požadavků pro potřebné spojení a komunikaci. V druhé části práce bylo vycházeno z těchto požadavků. Následuje představení a funkční popis speciálních systémů a jejich zhodnocení.

## **Klíčová slova**

Komunikace, Matra, Pegas, radiostanice, Tetrapol

## **Annotation**

MORAVEC, J. *Ensuring Communication between Members of Fire Brigades in Large-Volume Buildings* : thesis, Ostrava, VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2010, 43 p.

In the first part there was necessary to determine requirements of fire rescue tactic and practical use of the systems. This required to make up premises for integration of systems into tactic. There was also important to appreciate how much the tactic's going to be touched. For the determination of requirements were important facts about terminals and technical qualities of terminals, communication frequencies, radio-communication modes and differences between analog and digital transmission. Requirements for required contact and communication results from general evaluation of terminal's using tactic. In the second part there were used requirements determined in the first part. Major substance is about presentation, functional describing and evaluating of specific systems securing radio-communication contact in spacious objects.

## **Key words**

Communication, Matra, Pegas, terminals, Tetrapol

## Obsah

Úvod .....	1
Rešerše.....	3
1. Úvod do taktiky použití radiostanic při zásahu HZS .....	4
1.1. Komunikační kanály používané při zásahu HZS a jejich vlastnosti .....	4
1.2. Analogový a digitální přenos.....	6
1.3. Možnosti radiostanic použitých při zásahu HZS .....	8
1.4. Požadavky na spojení .....	11
1.4.1. Podpora zásahového kanálu jednotek PO .....	11
1.4.2. Pokrytí celého prostoru zásahu signálem pro spojení.....	12
1.4.3. Zajištění konverze mezi analogem a digitálem.....	13
1.4.4. Zajištění důležitých informací pro jednotky PO.....	14
1.4.5. Ochrana kritické infrastruktury EU .....	15
2. Systémy zabezpečující spojení v rozlehlých objektech bez signálu .....	18
2.1. Diskrétní anténní systém .....	18
2.1.1. Technické provedení.....	18
2.1.2. Základní principy funkce antén v systému .....	21
2.1.3. Použití v budovách.....	24
2.1.4. Přenosové cesty a jejich vlastnosti.....	26
2.1.5. Zhodnocení systému .....	28
2.2. Systém s vyzařovacím kabelem.....	29
2.2.1. Konkrétní příklad použití a charakteristika objektů .....	30
2.2.2. Technické provedení.....	30
2.2.3. Konstrukce a vlastnosti vyzařovacích kabelů.....	33
2.2.4. Výsledky z výcviků HZS a zkoušek spojení .....	34
2.2.5. Zhodnocení systému .....	36



Závěr.....	38
Seznam zkratek.....	40
Použitá literatura.....	41
Seznam příloh.....	43

## Úvod

Cílem této práce je srovnání specifických typů systémů zajišťujících spojení v rozlehlých objektech, které nejsou pokryté signálem z obvyklého zdroje. Z hlediska vedení zásahu jsou tyto prostory komplikované po stránce zajištění obvyklé komunikace jednotek požární ochrany (popř. jiných složek IZS), znemožňují hladký průběh zásahu a zvyšují riziko zasahujících hasičů při nehodách nebo požárech většího rozsahu. Součástí práce je úvod do taktiky použití komunikačních prostředků u zásahu. Srovnání bude provedeno především na základě těchto praktických poznatků a plnění požadavků vyplývajících z taktiky.

Postup při řešení problému a jednotlivé body práce vyplývají ze zadání práce. Zadavatelem práce je ředitelství odboru komunikačních a informačních systémů HZS MSK. Zadavatel kladl důraz na zhodnocení systémů z hlediska požární taktiky a praktického použití při zásahu jednotek požární ochrany. Práce je zaměřena zejména na tyto systémy: diskrétní anténní systém s mobilním IDR převaděčem (nezávislým digitálním opakovačem) a stabilní systém s vyzařovacím kabelem.

Při hodnocení technických provedení jednotlivých systémů je v této práci hodnoceno pouze celkové provedení a účel. Cílem práce není popis detailních technických principů jednotlivých součástí zařízení, podrobných fyzikálních principů rádiového přenosu, elektroniky aj., ani srovnávání podle těchto principů.

Práce bude mít proto následující postup:

- stanovení požadavků na spojení pro potřeby zásahu
- představení jednotlivých typů systémů
- zdokumentování praktických zkušeností a cvičení se systémy
- posouzení systémů na základě požadavků

Zadavatel poskytl pro účely práce dokumentaci ke konkrétním instalacím diskrétního anténního systému. (Ten je někdy nazýván jako systém Pegas. Francouzská firma Matra vyvinula pro potřeby bezpečnostních složek digitální rádiový systém TETRAPOL. V ČR je provozován PČR pod názvem PEGAS. Odtud pochází název, kterým se někdy nazývají anténní systémy zajišťující pokrytí v této síti.) Jako příklad použití anténního systému mi zadavatelem byly doporučeny projekty Office Building centrum v Ostravě a koleje VŠB – TU Ostrava (budovy A a B). Výrobcem, projektantem a dodavatelem těchto systémů je společnost RCD Radiokomunikace, která byla jedním z odborných konzultantů v této oblasti.

Systém s vyzařovacím kabelem je nainstalován v tunelu Klimkovice. Odborné konzultace v tomto ohledu poskytlo ředitelství odboru komunikačních a informačních

systemů HZS MSK a spojovní technici zaměstnaní u HZS Ostrava – Zábřeh. V rámci projektu jsem se zúčastnil výcviků této jednotky v tunelu a za pomoci zmíněného spojového oddělení byla vyzkoušena možnost konverze mezi analogovým a digitálním přenosem v tunelu.

## Rešerše

Pro řešení problematiky jsem vycházel z následujících základních zdrojů informací:

BALÁŠ, J. *Projektová dokumentace: Anténní systém pro HZS Office building centrum Ostrava*. [s.l.] : RCD Radiokomunikace spol. s r. o., 2009. 19 s.

Součástí této projektové dokumentace jsou výsledky měření síly signálu a plochy pokrytí signálem v dané budově. Součástí dokumentace jsou výkresy projektu, které jsou praktickým příkladem rozmístování antén a ostatních prvků anténního systému. Je zde uveden seznam použitých komponentů a materiálů.

FRANĚK, O. *Úvod do problematiky radiových sítí* [online]. 2004 , 25.března 2004 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/0310\\_radsite.htm](http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/0310_radsite.htm)>. Tento článek je vhodným materiálem pro pochopení základních principů trunkových převaděčů a komunikace jednotek HZS a dalších složek IZS v síti Matra-Pegas. Článek poskytuje obecný přehled v této problematice, vysvětluje principy odlišných síťových módů a druhů komunikace v síti.

MV GR HZS ČR. *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu*. Praha, 2004.

Tato literatura je praktickým manuálem pro vedení zásahů jednotek požární ochrany v ČR. Slouží jako podrobný přehled taktických pokynů pro velitele zásahů i zasahující hasiče. Na základě některých metodických listů jsem určoval taktické podmínky komunikace hasičů při zásahu.

Velká část informací byla shromážděna na základě praktických zkoušek a konzultací:

- s jednotkami provádějícími výcviky s danými systémy
- se společností RCD Radiokomunikace jako výrobcem systémů
- se zaměstnanci odboru komunikačních a informačních systémů HZS MSK

## 1. Úvod do taktiky použití radiostanic při zásahu HZS

V následujících kapitolách bude proveden rozbor taktiky zásahu ve spojení s možnostmi a charakteristikami techniky Tetrapol a sítě Matra-Pegas, na jehož základě budou hodnoceny jednotlivé systémy. Zhodnocení je inspirováno zejména taktikou HZS MSK.

### 1.1. Komunikační kanály používané při zásahu HZS a jejich vlastnosti

Kanálem v podstatě rozumíme předvolbu pro určité frekvence na definovaném zařízení. U HZS se v současnosti používá síť Pegas. Je to moderní trunková převaděčová síť s digitálním přenosem signálu (některé další okolnosti zavedení tohoto projektu viz podkapitola „Analogový a digitální přenos“). Tato síť pracuje ve frekvenčním pásmu 380 až 395 MHz. Kanály nám potom definují jakousi komunikační kapacitu v této síti v dosahu příslušného převaděče. (Související pojmy jako převaděč, trunková síť aj. budou dále vysvětleny.)

Komunikace v síti a její možnosti jsou závislé mj. na režimu (módu) spojení. V principu se dají módy rozdělit na převaděčový mód, přímý mód – DIR a nezávislý převaděčový mód – IDR (název použitý z [5]).

DIR režim funguje na principu přímého spojení mezi dvěma radiostanicemi. Úroveň signálu a dosahu je v podstatě založena na výkonu radiostanic. Dosah bývá (v závislosti na výkonu, terénu apod.) řádově ve stovkách metrů, maximálně (v optimálních podmínkách) jednotkách kilometrů. Tento režim má výhodu, že poskytuje spojení i mimo dosah převaděče nebo báze stanice, teoreticky částečně řeší i samotný problém spojení v rozlehlých objektech, je to však závislé na mnoha faktorech (viz kapitola „Analogový a digitální přenos“). Nevýhodou je např. to, že neposkytuje jiné služby, jako je individuální komunikace mezi dvěma radiostanicemi. Má však víceméně všechny potřebné parametry pro taktiku vedení zásahu, proto se režim DIR používá u typických tzv. zásahových (bojových) kanálů u HZS (kanály 1-5). Ty zastupují např. kanály K, N, I, nazývané též jako kanál 1, 2, 3. Toto značení může být pro zasahující hasiče značně matoucí. Zatímco označení ve stylu „zásah K - DIR1“ charakterizuje kanál pro účel organizace spojení a komunikace, označení „1. kanál“ vystihuje dohodnutou položku v paměti koncových zařízení, prakticky se jedná o pořadí, v jakém je uložen kanál v radiostanici. Hasiči znají kanál většinou pod názvem „K“ nebo „1“. Nedorozumění může nastat např. u frekvence u HZS MSK určené jako „IDR – HZS“.

Spojový technik ho pravděpodobně nazve jako „první IDR kanál“, zatímco pro hasiče je to „6. kanál“. Vzhledem k tomu, že tato frekvence je určena k použití jednoho ze systémů, které jsou předmětem této práce a tato skutečnost zasahuje do běžné taktiky použití radiostanic, je potřeba zajistit vhodné zavedení použití tohoto systému do taktiky zásahu HZS. Z této skutečnosti tím pádem vyplývají první požadavky na systémy hodnocené v této práci.

Převaděčový režim spočívá v rozmístění převaděčových buněk schopných přijmout zprávu, zpracovat a vyslat dál. Fyzicky se jedná o vysílač (anténu) na vyvýšeném místě pokrývající určité území signálem pro komunikaci. Jednotlivé radiostanice potom nekomunikují přímo (DIR), ale hovor zprostředkovává převaděč. Digitální trunková síť nám potom poskytuje další služby a funkce, jedná se především o přenos dat (zprávy, statusy aj.) nebo „volání“ konkrétní radiostanice pomocí tzv. RFSI adresy. Princip trunkové sítě spočívá v poskytování určité kapacity pro hovory. V podstatě jde o kanály předdefinované pro danou převaděčovou buňku. Každý převaděč má definovaný počet frekvencí (kanálů), v nichž poskytuje signál a zprostředkovává hovor. Tato frekvence může být navíc vyhrazená a přístupná jen pro některé složky nebo skupiny. V praxi se jedná o to, že každá osobní radiostanice má přístup do sítí, pro které má povolení. Typické je rozdělení sítí pro PČR, HZS nebo IZS (PČR i HZS). Kapacita hovorů jedné buňky je zpravidla 8, ve vytížených lokalitách se můžeme setkat i s 12 nebo 16 kanály.

S režimem IDR se setkáme v souvislosti se systémy, které budu v této práci hodnotit. Jde o zařízení (IDR převaděč), které přijímá signál z báze stanice nebo vnější převaděčové sítě a vytváří jakési lokální komunikační prostředí v místě, které nemá signál z báze stanice nebo vnější převaděčové sítě, např. kvůli masivní konstrukci (tunel).

Způsoby komunikace rozdělujeme dále na individuální a hromadnou (otevřenou). Při individuálním hovoru se spojují s konkrétní radiostanicí pomocí její RFSI adresy a infrastruktura sítě pro toto spojení vybere vhodnou položku z kapacity převaděče. Tím obsadím jednu hovorovou frekvenci a kapacita je tím pádem o jednu položku nižší. Z tohoto důvodu jsou vyhrazeny frekvence, které jsou určeny jen pro hromadný provoz.

Při otevřené komunikaci je zapotřebí přepnout se na příslušný kanál. Všichni účastníci jsou poté ve spojení, přičemž jeden vysílá a ostatní přijímají. Takový provoz vyžaduje přísnou disciplínu a dodržování pravidel radioprovozu. Hovory musí být přesné, zřetelné, stručné a založit novou komunikaci je možné tehdy, když je ukončena předchozí.

Další podstatný rozdíl v komunikaci rozděluje na 3 typy provozů: simplexní, semiduplexní a duplexní. Pokud komunikují stanice např. v režimu DIR, může vždy vysílat pouze jedna. Druhá stanice v tu chvíli pracuje jako přijímač. Tento provoz se nazývá

„simplex“. Pokud je přenos veden přes básovou stanici nebo převaděč, je provozní režim semiduplexní a duplexní. Není možné, aby vysílač a přijímač pracovaly na stejné frekvenci. Docházelo by k rušení. Proto je pro vysílání použito frekvence, která je lehce odlišná od té původní (jde o tzv. duplexní odstup – v pásmu Pegas je to 10 MHz). Tímto vzniká základní frekvence a párová frekvence, které tvoří tzv. kmitočtový pár (pojmy viz [6]). Koncové prvky komunikující na takovém kanálu musí samozřejmě technicky umožňovat příjem a vysílání na principu párové frekvence. Při spojení ve skupině účastníků se používá režim „semiduplex“. Trvale vysílat smí pouze jedna (řídící) stanice, ostatní jsou trvale na příjmu a mohou vysílat pouze po stisknutí tlačítka (tj. na výzvu). Duplexní provoz umožňuje současné vysílání a příjem v obou směrech komunikace a je možný pouze při spojení mezi dvěma účastníky. Typickým příkladem jsou mobilní telefony.

Pro účely HZS v současnosti existuje určitý počet (např. u HZS MSK přibližně 20) kanálů v paměti koncových prvků. Zjednodušeně se dají rozdělit na zásahové (DIR), dále jsou zde IDR kanály a kanály v převaděčovém režimu rozdělené podle územních sektorů (např. 15. kanál u HZS MSK slouží pro komunikaci HZS Ostrava)

Jako shrnutí můžeme uvést následující rozdělení stěžejní pro tuto práci:

Dělení režimů:

- převaděčový mód
- DIR (přímý)
- IDR

Dělení komunikace:

- individuální
- hromadná (otevřená)

Dělení provozů hovoru:

- simplex
- semiduplex
- duplex

V této kapitole jsem vycházel převážně z informačních zdrojů [5], [6].

## **1.2. Analogový a digitální přenos**

Velký význam v oblasti komunikace nejen jednotek požární ochrany, ale celkově všech složek IZS mělo období přechodu z analogové sítě na digitální. Tato problematika byla řešena velmi podrobně a provedení této záležitosti bylo pečlivě plánováno v mnoha krocích. Jedním z hlavních důvodů k opatrnosti (možná ten hlavní) bylo ekonomické hledisko, neboť

nároky na financování tohoto projektu byly opravdu velké a nebylo přípustné povolit neuvážené investice. Dalším důvodem k dobré připravenosti pro zavedení projektu byl fakt, že MV-GŘ HZS si nemohlo dovolit chyby v oblasti komunikace jednotek požární ochrany. Oblast spojení je pro zásah natolik zásadní, že by tyto chyby mohly být velmi závažné. Citováno z [8]: *Zavedení nového způsobu komunikace do přímého výkonu služby je natolik závažným krokem, že podcenění byť jen jeho zanedbatelné části, by v konečném důsledku mohlo vést (v lepším případě) z pohledu veřejnosti k neprofesionálně provedenému zásahu. A to rozhodně není účelem.* (Konec citace.) K tomuto účelu vydalo MV-GŘ HZS ČR v listopadu 2001 dokument s názvem „Systémové řešení implementace technologie TETRAPOL v projektu PEGAS do komunikačního prostředí HZS ČR“. Tento materiál řeší podmínky zavedení nových technologií (především koncových zařízení, tj. samotných radiostanic) zajišťujících funkci digitálního systému. Vedle toho ale také stanovuje požadavky na bezproblémové zavedení techniky takovým způsobem, aby byly nejen dostupné přednosti nového systému, ale taky plně nahrazeny funkce starého systému. Záměr byl takový, aby neměl digitální přenos a jeho technika žádné nedostatky vůči staré analogové. V dokumentu jsou kladeny důrazy mj. na funkci odesílání statusových hlášení a zajištění konverze.

Analogová síť je v podstatě založena na přenosu rádiové frekvence přímo modulované nízkofrekvenčním hovorovým signálem z vysílače do přijímače. Kvalita přenosu je ovlivňována různými vnějšími vlivy (povětrnostní podmínky, konstrukce aj.). S tímto je potom spojena také kvalita zvukového výstupu tohoto přenosu – při kvalitním signálu je hovor čistý a srozumitelný, při zhoršujícím se signálu pronikají do hovoru různé šумы a praskoty a hovor se stává stále méně srozumitelným. Zhoršování kvality je postupné. U digitálního systému jde o přenos informace na datové úrovni. Kvalita výstupu se se zhoršujícím signálem nesnižuje spojitě, ale až do určité úrovně zhoršování signálu dokáže systém chyby v přenosu opravovat a hovor je stále stejně kvalitní. Pokud podmínky přenosu klesnou natolik, že systém již není schopen zvyšující se množství chyb opravovat, spojení se kompletně přeruší. V digitálním systému je tedy spojení buď kvalitní nebo žádné, při pohybu v mezních podmínkách spojení vypadává.

Typickým příkladem komunikace v mezních podmínkách je komunikace v objektech z železobetonových konstrukcí. (Tento fakt vyplývá z konzultací s osobami pracujícími ve vedení oddělení pro IZS v HZS MSK.) Železobeton je v dnešní době rozšířeným trendem. Analogový signál dokáže se značně sníženou kvalitou přes konstrukci projít. Při určitých zkušenostech lze takto v případě potřeby komunikovat i za ztížených podmínek (akustické



šumy apod.). Digitální přenos toto neumožňuje. Proto je potřeba tento nedostatek eliminovat jinou cestou – kvalitním pokrytím signálem.

Tímto docházíme k základní úvaze a cíli této práce. Při pokrytí signálem v převaděčovém modu (síťové režimy viz předchozí kapitola nebo [5]) vznikají i při sebelepší snaze místa, která zůstávají bez pokrytí (rozsáhlé suterény a budovy, tunely apod.). V takových objektech se nabízí řešení pomocí DIR režimu. Problém u přímého režimu nastává, pokud je vysoká vnitřní členitost objektu. Analogový přenos by měl v takovém případě jisté výše zmíněné výhody. Typickým příkladem je např. dlouhý silniční tunel. V rámci jednoho tubusu tunelu by se mohl digitální režim DIR celkem úspěšně uplatnit. Zásah se však zpravidla vede ve dvou tubusech (doprava vody, evakuace aj.). Při komunikaci mezi dvěma tubusy by tento režim zcela určitě selhal. Podobný případ by nastal v rozsáhlém členitém suterénu.

Proto je tu možnost režimu IDR – nezávislý převaděčový mód. Tento režim umožňují systémy, které pomocí tzv. IDR převaděče vytváří vlastní pole signálu pro spojení uvnitř objektu. Tyto systémy budou představeny v dalších kapitolách, budou vzájemně srovnány a budou zhodnoceny z hlediska požadavků taktiky zásahu. Jako informační zdroje k této kapitole jsem použil [5], [8].

### **1.3. Možnosti radiostanic použitých při zásahu HZS**

Jak již bylo zmíněno, v současnosti je u HZS ČR používáno techniky Tetrapol. (Technická data koncových zařízení Tetrapol viz příloha 1 nebo [4] a [11].) Její zavedení bylo uskutečněno v závislosti na požadavcích vzniklých v souvislosti se vznikem sítě Pegas. (Podrobnosti o zavedení digitální sítě u HZS ČR jsou uvedeny v [7] a [8].) Konkrétní techniku Tetrapol zastupují zejména vozidlové radiostanice MC 9610 a kapesní (ruční) radiostanice MC 9620 typů Smart, Easy+ a Easy. Důležitá je také technika zajišťující konverzi mezi digitálním a analogovým signálem. Tu tvoří soustava vozidlových terminálů MC 9620 a Motorola GM 360/380 speciálně sestavená pro tento účel. U některých sborů se dnes již můžeme setkat také s novým typem ruční radiostanice Tetrapol TPH700 (stanice Ostrava – Zábřeh).

Vozidlová radiostanice MC 9610 (Obrázek 1) je plně digitální terminál přizpůsobený pro přímý i převaděčový (tzv. síťový) režim. Přenos dat poskytuje všechny služby sítě, zejména individuální hovory, přenos statusových i textových zpráv a tísňové volání. Provedení klávesnice může mít dvojí podobu – podobně jako u MC 9620 – Smart a Easy+ (liší se počtem kláves). Ve spojení s vozidlovou radiostanicí (analogovou) Motorola GM

360/380 dále umožňuje programově nastavitelnou konverzi mezi analogovým a digitálním signálem. (Obrázek 2) Na digitálním terminálu se naladí příslušný DIR kanál (např. 1. kanál – K) a na analogovém terminálu se nalistuje potřebný kanál s módem konverze (Matra – K zásah). Konverze probíhá při zaklíčování na zvolené frekvenci. Tohoto se využívá především z důvodu, že některé jednotky používají stále analogovou techniku a spojení s nimi by jinak pro jednotky s digitální technikou nebylo možné.



**Obrázek 1** Vozidlový terminál MC 9610 [11]

Ruční radiostanice MC 9620 (Obrázek 3) je dostupná v trojím provedení – Smart, Easy+ a Easy. Rozdíly lze poznat od pohledu. Zjednodušeně se dá říct, že Smart má klávesnici a display, Easy+ pouze display a Easy ani jedno ze zmíněného. S tímto samozřejmě souvisí množství funkcí jednotlivých typů, což je tím hlavním rozdílem. Logicky vyplývá, že Smart jich má nejvíce a Easy nejméně. Porovnání těch nejpodstatnějších viz Tabulka 1. Hovorové služby mají všechny typy v přímém i trunkovém režimu vesměs stejné. O použití funkce samozřejmě rozhoduje nejen druh radiostanice, ale také to, jestli ji umožňuje daný typ sítě. Rozdíl je především v datových službách. Model Easy dále samozřejmě vylučuje služby spojené s displayem.



**Obrázek 2** Soustava zajišťující konverzi signálu [8]



**Obrázek 3** Ruční terminály MC 9620, zleva: Smart, Easy+, Easy [7]

**Tabulka 1** Základní funkce ručních terminálů MC 9620 [11]

funkce/model	<b>Smart</b>	<b>Easy+</b>	<b>Easy</b>
skupinový hovor	ano	ano	ano
soukromý hovor	ano	ano	ano
nouzové volání	ano	ano	ano
statusy	vyslání i příjem	vyslání i příjem	ne
krátká zpráva	vyslání i příjem	pouze příjem	ne
informace o stavu baterie	ano	ano	ne
programování paměti	ano	ne	ne
zobrazení čísla	ano	ano	ne

Ruční terminál TPH700 (Obrázek 4) obsahuje všechny funkce jako model MC 9620 Smart a některé další datové služby, které pro zásah nemají zvláštní význam. Důležité jsou jeho další garantované vlastnosti, zejména vysoká mechanická odolnost a odolnost proti vlhku a vodě (ochrana třídy IP57, tzn. ochrana před prachem a dočasným ponořením do kapaliny – výrobce uvádí až do hloubky 1 m).

Jako informace o možnostech techniky Tetrapol mi posloužil zdroj [11].



Obrázek 4 Terminál TPH700 [11]

#### **1.4. Požadavky na spojení**

Tato kapitola poslouží jako přehled řešení a závěr z předešlých kapitol. Budou také uvedeny požadavky vyplývající na základě studia [9], [11], [14].

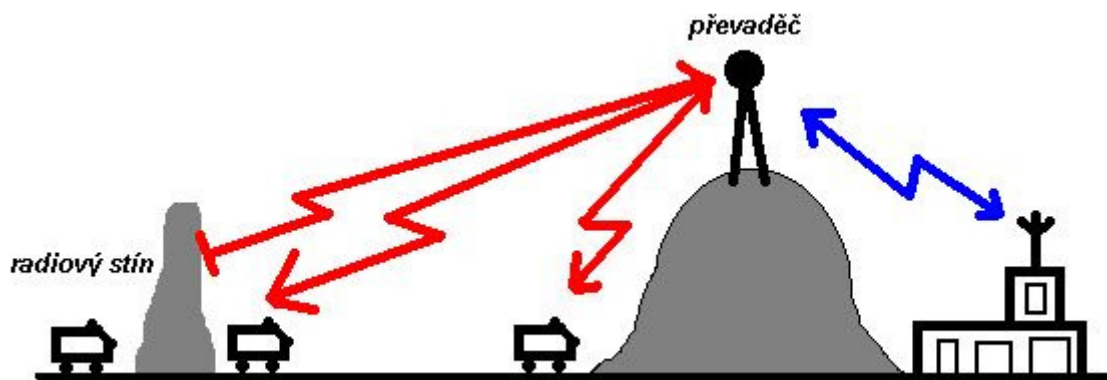
##### **1.4.1. Podpora zásahového kanálu jednotek PO**

Při zásahu jsou velitelé zvyklí, že mají k dispozici minimálně přímé režimy zásahového kanálu (mezi hasiči nazývaný jako „bojový“) a záložního kanálu. Pro potřeby jednotek by bylo ideální vytvořit pokrytí prostoru a zprostředkovat komunikaci alespoň na dvou zásahových frekvencích. Po konzultaci s osobami ve vedení oddělení IZS v HZS MSK zasvěcenými do těchto záležitostí jsem usoudil, že taková představa je víceméně neuskutečnitelná. Je problém mít k dispozici alespoň jednu frekvenci pro tento účel. Je potřeba myslet na to, že stejný požadavek můžou uvést i Policie ČR, ZZS a spousta dalších

složek, které ani nejsou součástí IZS. Když si uvědomíme kapacitu trunkových převaděčů (viz kapitola „Komunikační kanály používané při zásahu HZS a jejich vlastnosti“), dojdeme k závěru, že počet dostupných frekvencí je značně omezen. Vyžadovat dvě nezávislé frekvence, které v takových prostorech nahradí dva zásahové kanály HZS, je luxus, který je prakticky neuskutečnitelný.

#### 1.4.2. Pokrytí celého prostoru zásahu signálem pro spojení

Zasahující jednotky potřebují podmínky pro komunikaci pokud možno v celém prostoru objektu. Na překážku mohou být z hlediska charakteru budov různé okolnosti. Z těch nejzávažnějších lze jmenovat železobetonové konstrukce, členité ocelové konstrukce vytvářející tzv. Faradayovu klec, prostory hluboko pod zemí či jinou masivní konstrukcí a hustě členité rozsáhlé prostory (mnoho úzkých chodeb apod.). Ve skutečnosti se tyto vlivy vyskytují ve vzájemné kombinaci.



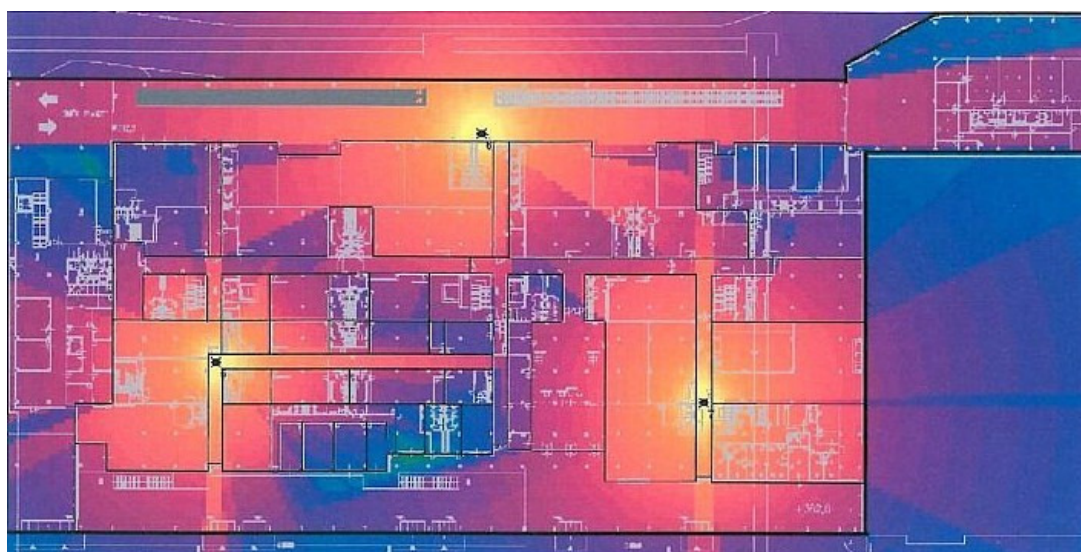
Obrázek 5 Příklad radiového stínu na vnějším prostranství [6]

Typické objekty, kterým se budou především věnovat následující kapitoly, jsou silniční (popř. jiné) tunely, rozsáhlé suterény z masivních konstrukcí a velké členité budovy. Vnitřní prostor těchto budov leží v tzv. radiovém stínu (prostor ležící mimo optickou dráhu signálu z převaděčové buňky, viz Obrázek 5) nebo je zde dosahu signálu bráněno jiným způsobem (např. zmíněná Faradayova klec).

U silničních tunelů není členění příliš složité. Zjednodušeně se dá popsat tak, že se skládá ze dvou hlavních tubusů spojených příčnými chodbami, které slouží mj. jako evakuační cesty a trasy pro vedení zásahu. V hlavních tubusech by teoreticky neměl nastat problém při použití přímého režimu. Při takovém zásahu se však předpokládá využití i druhého tubusu a příčných chodeb. Příkladem může být tunel v Klimkovicích, se kterým se setkáme v dalších kapitolách. Při požárním zásahu je zde stanovena taková taktika, že

jednotky přijedou do nezasaženého tubusu a vozidla ustaví u příčné chodby co nejbližší zásahu. Tudy se provádí průzkum, záchrana osob i doprava vody. V takové situaci už je zřejmé, že většina komunikace (např. útočný proud – strojník) bude probíhat mezi dvěma tubusy. Typickou zábranou je zde tedy silná konstrukce a spoléhat se na běžný bojový kanál nepřipadá v úvahu. Takové prostory řeší optimálním způsobem speciální kabel, který vyzařuje na celé své délce signál a umožňuje přenos.

Dalším typem objektu jsou budovy, které neumožňují přenos v přímém režimu v dlouhém prostoru (jako např. jeden tubus tunelu), ale jsou natolik členité, že pole signálu



**Obrázek 6** Výsledek simulace pokrytí signálem [14]

vycházející z jednoho bodu (ruční terminál) ztrácí velmi rychle dosah a vzniká velký počet radiových stínů v podstatě ve všech směrech. Takový problém řeší dobře rozmístěné antény diskrétního anténního systému. Jejich poloha se volí v závislosti na simulaci pokrytí signálem, která se provádí pomocí speciálních softwarů (Obrázek 6). Tomuto řešení budou rovněž věnovány samostatné kapitoly.

### **1.4.3. Zajištění konverze mezi analogem a digitálem**

Konverzí se v tomto případě rozumí řešení, které umožní „překlad“ mezi analogovým a digitálním koncovým prvkem na stejné frekvenci. Prakticky je to umožněno zařízením, které přijme jeden druh signálu, uvnitř provede konverzi a vyšle zprávu slyšitelnou i v druhém druhu koncových prvků. Toto umožňuje vzájemnou komunikaci mezi jednotkami s analogovou a digitální technikou. Požadavek vyplývá logicky z toho, jaké je na jakém území zastoupení analogové a digitální techniky a jaká je pravděpodobnost, že se sejdou u zásahu. V některých krajích bývá pravidlem, že jednotky HZS mají koncové prvky pro digitální

přenos a dobrovolní hasiči analogovou techniku. Podle hrubého průzkumu jsou však jednotky HZS, kde se běžně používají i analogové ruční terminály a zrovna tak jednotky dobrovolných hasičů, které přezbrojují na digitální techniku. Jako příklad toho druhého případu se dá uvést Moravskoslezský kraj, kde jsou už JPO II a JPO III většinou vybaveny vozidlovými i ručními terminály Tetrapol. V Tabulce 2 jsou uvedeny příklady některých jednotek Moravskoslezského kraje, u kterých byly dostupné informace o počtech digitálních terminálů, jimiž byly vybaveny.

**Tabulka 2** Počty vozidlových a ručních terminálů u některých jednotek dobrovolných hasičů [14]

JPO	ÚO	Jednotka	vozidlové	ruční
II	Ostrava	Vratimov	1	5
III	Ostrava	Klimkovice	1	3
III	Ostrava	Šenov	1	5
III	Ostrava	Vřesina	1	3
III	Ostrava	Stará Ves n. On.	1	3
III	Ostrava	Dolní Lhota	1	3
III	Ostrava	Velká Polom	1	3
II	N. Jičín	Studénka	2	8
II	N. Jičín	Bílovec	1	3

Požadavek na konverzi signálu je však stanoven také v již zmíněném dokumentu MV-GŘ HZS ČR vydaném v listopadu 2001 pod názvem „Systémové řešení implementace technologie TETRAPOL v projektu PEGAS do komunikačního prostředí HZS ČR“, kde jsou i popsány podmínky technického sjednocení zařízení určených pro konverzi v rámci ČR. Praktické provedení zařízení umožňujícího provedení konverze ve vozidle HZS bylo popsáno v kapitole „Možnosti radiostanic použitých při zásahu HZS“.

#### **1.4.4. Zajištění důležitých informací pro jednotky PO**

Hasiči jsou v rámci výcviku zvyklí naladit na ručních terminálech zásahový kanál a předpokládají, že pokud nedojde k jasnému rozkazu přejít na jiný kanál, bude se komunikovat na hlavním zásahovém. K takové situaci může dojít např. tehdy, když se zásah rozdělí na úseky a sektory a bude potřeba komunikovat v rámci těchto celků. V takovém případě se použije záložní kanál. Pokud však hasič zasahuje při požáru v tunelu a kabelovému systému zajišťujícímu spojení je přiřazen úplně jiný kanál než nějaký z „DIRových“ kanálů, je to pro něj dost zásadní informace. Celá jednotka musí být jasně informována a vycvičena v tom, že

při použití přímého režimu nebude komunikace možná a přesně musí vědět, kterou frekvenci použít. Tato skutečnost opravdu velmi zasahuje do taktiky zásahu. Hasič může delší dobu žít v domněnání, že je na správné frekvenci a nemusí to tak být. Pokud vznikne náhlá potřeba použít spojení (dovolat se pomoci apod.), dostane se do velmi nepříjemné situace.

Další důležitou informací je postup, jakým se uvede daný systém do provozu. Je rozdíl v tom, pokud je potřeba „pouze přepnout kanál“, nebo pokud se musí systém aktivovat vypínačem, zapojit nějaké externí zařízení apod.

#### **1.4.5. Ochrana kritické infrastruktury EU**

Tento požadavek není požadavkem na parametry systému, jedná se o požadavek, který může být určujícím k tomu, že systém je potřeba v dané lokalitě instalovat. Existují požadavky na ochranu kritických infrastruktur států EU. Tyto požadavky jsou popsány ve Směrnici Evropské rady o určování a označování evropské kritické infrastruktury a o posouzení potřeby zvýšit její ochranu. V tomto dokumentu se „*kritickou infrastrukturou rozumí majetek nebo jeho části, které jsou nezbytné pro udržení kritických úkolů společnosti, včetně dodavatelského řetězce, zdravotnictví, bezpečnosti...*“ [10] Evropskou kritickou infrastrukturou se potom rozumí taková „*kritická infrastruktura, jejíž narušení nebo zničení by mělo vážný dopad na dva či více členských států nebo na jeden členský stát, je-li kritická infrastruktura umístěna v jiném členském státě.*“ [10]

Směrnice řeší možnost narušení či zničení kritických infrastruktur jakýmkoliv způsobem, přednostně se však zaměřuje na ohrožení teroristickými útoky.

Základem této problematiky je fakt, že v dnešní době existuje velké množství takových infrastruktur v rukou soukromých vlastníků. Bezpečnost a organizace ochrany této infrastruktury potom rovněž záleží na jejím majiteli. To nic nemění na tom, že její poškození může mít negativní vliv na jiné státy či infrastruktury. Míra zabezpečení a ochrany je závislá převážně na vlastní iniciativě provozovatele a hlavně na požadavcích vyplývajících z legislativy státu. Tato legislativa může samozřejmě obsahovat závažné nedostatky. Rada Evropské unie dospěla k závěru, že nemůže spoléhat na legislativu a organizaci ochrany kritických infrastruktur jednotlivých států a za tímto účelem vydala zmíněnou směrnici, kterou stanoví způsob určování takovýchto zranitelných míst na území států a navrhování opatření a rozpočtu pro provedení těchto opatření.

Evropské kritické infrastruktury se pro účely této problematiky rozdělují do specifických odvětví. Právě ze dvou z těchto odvětví vyplývají v určitých případech i povinnosti pro zajištění radiokomunikačního spojení. První požadavek vyplývá z nutnosti



ochrany telekomunikačních sítí, radiového spojení a navigace. Pokud se postupem stanoveným ve směrnici dojde k závěru, že daný objekt je nutné střežit z tohoto hlediska, bude potřeba zajistit v něm spojení pomocí některého ze systémů zajišťujících tuto funkci. Druhý požadavek vyplývá z nutnosti střežení silniční a železniční dopravy. Typickým příkladem (Obrázek 7) je silniční tunel Mont Blanc na hranici Francie a Itálie o délce přibližně 11,6 km. Tento byl označen jako objekt, který je nutno střežit jako evropskou kritickou infrastrukturu zajišťující silniční dopravu. Z tohoto důvodu je v něm mj. instalován systém s vyzařovacím kabelem pokrývající prostor širokopásmovým signálem pro telekomunikační síť, spojení IZS aj.



**Obrázek 7** Silniční tunel Mont Blanc (11,6 km) [13]

Podstatný je ještě fakt, že v rámci ochrany evropských kritických infrastruktur jsou velmi přísně střeženy důvěrné informace a jejich šíření. Většina projektů je založena na odhalování a určování slabin a zranitelných míst konkrétních budov a objektů. Takové informace samozřejmě nemůžou být nikde zveřejněny.

Pro názorný příklad o nehodovosti v dálničních tunelech zahrnutých do evropských kritických infrastruktur následuje stručný přehled (Tabulka 3) závažných nehod v Gotthardském tunelu (Švýcarsko, 16,7 km). Tyto informace mohou posloužit k představě o četnosti požárů v rámci jednoho velmi frekventovaného tunelu za určité časové období. U tohoto tunelu se jedná celkem o 5 závažných událostí od roku 1984 do roku 1997.

**Tabulka 3** Statistiky z Gotthardského tunelu [12]

<b>rok</b>	<b>druh nehody</b>	<b>následky nehody</b>
1997	požár přepravníku na auta	Shořelo 8 přepravovaných vozů. Velké škody na konstrukci vlivem požáru.
1997	požár autobusu	Naložený autobus úplně vyhořel.
1994	požár kamionu	Kamion zcela vyhořel. Velké škody na majetku a konstrukci tunelu.
1990	srážka kamionu	Kamion narazil do několika stovek prázdných lahví od plynu a došlo k úniku plynu.
1984	požár kamionu	Kamion i náklad plastických folií shořel. Vážné poškození tunelové konstrukce.

## 2. Systémy zabezpečující spojení v rozlehlých objektech bez signálu

V této části práce se budu zabývat zejména produkcí firmy RCD Radiokomunikace spol. s r. o., která má v této oblasti vynikající reference a byla pro tento účel ochotná poskytnout určité informace a materiály. Dva nejpodstatnější systémy zajišťující spojení jednotek IZS (a radiokomunikační signál obecně) v prostorech, kde za běžných okolností dochází k jeho ztrátě, jsou zařízení s bodovými anténami a s vyzářovacím kabelem. V těchto kapitolách jsem citoval a čerpal informace z [1-3], [13].

### 2.1. Diskrétní anténní systém

Tento systém je používán zejména v budovách o více podlažích, ve kterých je možnost ukrytí antén v podhledech apod.

#### 2.1.1. Technické provedení

Diskrétní anténní systém se skládá z kabelového vedení, antén a vnějších připojovacích bodů. Vedení obsahuje koaxiální kabely, předepsané konektory a speciální komponenty sloužící k dělení signálu (děliče).



Obrázek 8 Všesměrová anténa BO 491 [13]

Antény v takových systémech mají jednu podstatnou vlastnost, kterou se liší od systémů s vyzářovacím kabelem. Tou je poměrně malý kmitočtový rozsah, neumožňují

pokrytí v širokém pásmu frekvencí. Nemůžeme např. instalovat jedno vedení s anténami a pokrýt s jejich pomocí prostor frekvencí pro potřeby HZS, ZZS, PČR, telekomunikačních mobilních sítí a řady dalších. Příklad použití takového systému je v Office building centrum Ostrava [1]. V tomto objektu je použito (podle projekce RCD Radiokomunikace) všesměrových antén BO 491 o kmítočtovém rozsahu 380 – 395 MHz (Obrázek 8), což je přímo komunikační rozsah frekvencí pro HZS v síti Pegas. Anténu lze umístit na boční stěnu objektu nebo prutem dolů, přičemž obvyklejší je první způsob.

Princip komunikace za pomoci popsaného systému spočívá v určitém přenosu signálu mezi radiostanicemi a anténami a dále v kabelovém vedení. Mylná představa by byla ta, že vysílající účastník hovoru zaklíčuje (stiskne tlačítko), vyšle signál do antény, ten „přeběhne“ k dalším anténám a z antény projde do terminálu přijímajícího účastníka. Toto je velmi zjednodušená představa a v praxi nemožná. Při přenosu mezi radiostanicí a anténou dochází k takovému útlumu výkonu přenosu (celkem dvakrát – mezi vysílající radiostanicí a anténou a mezi přijímající radiostanicí a anténou), že by nebylo možné signál přenést. V kabelovém vedení musí projít signál zesilovacím zařízením, které jej teprve vyšle do vysílající antény. Z dřívějšího popisu na první pohled vyplývá, že v systému takové zařízení chybí. U takovýchto anténních systémů se používají tzv. externí IDR převaděče (podle IDR režimu – viz kapitola „Komunikační kanály používané při zásahu HZS a jejich vlastnosti“). Toto zařízení se často nazývá jako „digitální opakovač“ (repeater). Jeho konstrukce umožňuje přijetí signálu, jeho aktivní zesílení a vyslání do anténního systému. (Takový zesilovač tvoří jedno ze základních know-how firem produkujících tato zařízení.)

Nezávislý opakovač v rádiovém systému s opakovačem plní funkci obousměrného zesilovače. Obsahuje komponenty nazývané jako duplexery, které zajišťují v podstatě duplexní způsob rádiového přenosu. Dalším zařízením je venkovní (donor) anténa, která zajišťuje komunikaci se zvolenou základnovou radiostanicí. Zpravidla je směrová a musí mít vhodné charakteristiky (viz další kapitola). Tato zařízení dohromady zajišťují onen duplexní rádiový přenos a vytváří dva směry přenosu (pomocí duplexerů) – tzv. Down link (DL, signál z venkovní základnové stanice, který přijala donor anténa systému a po zesílení je vyslán do anténního systému) a Up link (UL, signál přijatý z pokrytého prostoru a po zesílení vyslaný donor anténou do základnové stanice).



Obrázek 9 Připojovací bod P1 na Office b. c. Ostrava [14]



Obrázek 10 Připojovací bod P2 na Office b. c. Ostrava [14]

Externí IDR převaděč (Obrázek 11) by měl být součástí výbavy jednotky PO zasahující v dané lokalitě. Pokud bude na území více takových objektů, bude připojení IDR převaděče uzpůsobeno pro všechny budovy. Toto řešení je důmyslné z hlediska dispozičního a ekonomického. Stabilní anténa a zesilovač by vyžadovaly samostatný prostor a značné investice navíc. Připojení je realizováno pomocí tzv. vnějších připojovacích bodů, které jsou součástí vnitřního vedení a jsou přístupné zpravidla na vnějším plášti budovy. Např. na Office building centrum Ostrava jsou připojovací body dva (značení P1 a P2). (Obrázky 9-10)



Obrázek 11 Digitální opakovač Tetrapol [13]

### 2.1.2. Základní principy funkce antén v systému

Anténa je prvkem systému, který plní dvě základní funkce – přijímá signál (plní funkci spotřebiče energie) nebo vysílá signál (plní funkci zdroje energie). Aby mohly být obě tyto funkce zabezpečeny s potřebnou efektivitou, musí anténa splňovat požadavky kladené na jednotlivé parametry a vlastnosti. Zejména je kladen důraz na správnou konstrukci (tvar, izolace, zemění, ochrana před úderem blesku, materiálová odolnost proti povětrnostním vlivům...), tzv. výkonovou zatížitelnost a impedanci. Toto jsou vlastnosti, na něž jsou

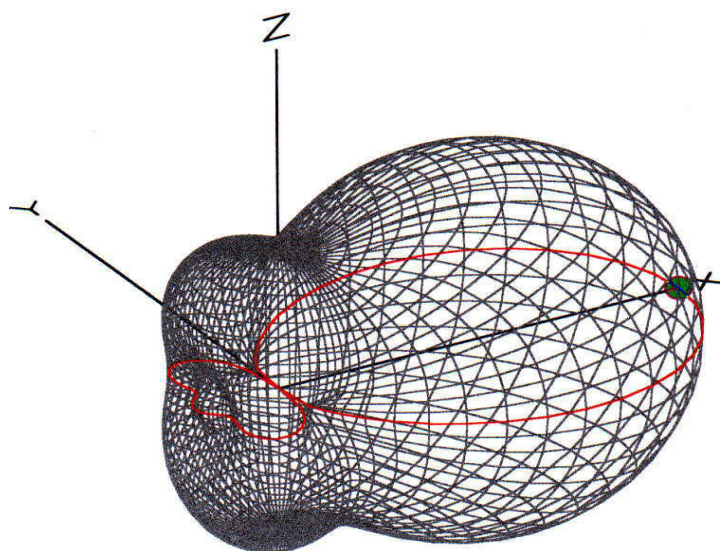
kladeny požadavky u antén jako přijímačů i vysílačů. Anténa jako přijímač navíc musí splňovat další specifický požadavek, a to ochranu před nežádoucím rušením.

Pokud anténa překročí určitou hranici výkonu, který vyzáří, může dojít k jejímu zničení. Proto máme parametr označený jako „výkonová zatížitelnost“, který stanovuje tento bezpečný limit.

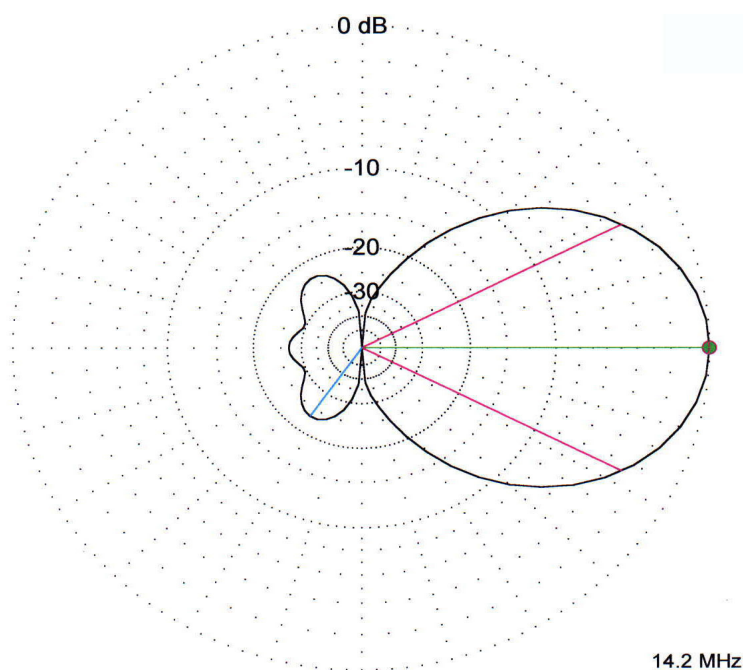
Další zajímavou vlastností je samotná impedance antény. Určitou impedanci vykazuje totiž také koaxiální kabel. Pokud se tyto impedance neshodují, dochází k tzv. ztrátám odrazem. To znamená, že část výkonu neseného kabelem se odrazí zpět do kabelu. Velikost této ztráty je přímoúměrná velikosti rozdílu impedancí. Účinnost přenosu signálu je tedy dost založena na tom, nakolik je po této stránce anténa přizpůsobena přívodnímu kabelu. Požadavek je samozřejmě takový, aby byl do antény převeden pokud možno všechny výkon přivedený kabelem, zkrátka aby byly ztráty co nemenší. Antény i kabely mají stanovenou jmenovitou hodnotu své impedance. Obvykle se pracuje s hodnotami 50  $\Omega$ , 75  $\Omega$ , 150  $\Omega$  a 300  $\Omega$ .

Nejpodstatnější vlastností antény je její tzv. vyzařovací schopnost. Je to vlastnost, která přímo vystihuje její hlavní účel. Citováno z [13]: *Hlavním určením antény není spotřebovat co nejvíce energie z vysílače, ale tuto energii přetransformovat do okolního prostředí – čili vyzářit, a navíc vyzářit ve vhodných směrech.* (Konec citace.) Tato schopnost vyzářit energii do okolí a přenést k dalšímu vysílači se popisuje podle dalších specifických veličin a metod. Jednou z neefektivnějších metod pro znázornění této vlastnosti antény je vyzařovací diagram (Obrázek 12). Rádiový signál má charakter elektromagnetického pole skládajícího se z elektrické složky E a na ni kolmé magnetické složky H. Vyzařovací diagram zpravidla znázorňuje relativní velikost intenzity elektrického pole v různých směrech k maximální intenzitě v hlavním směru. Protože polarizace antény (viz bod 2.4) je určena směrem elektrického vektoru elektromagnetického pole E, je vyzařovací diagram v této rovině nazýván diagramem v rovině E. V rovině kolmé je vyzařovací diagram nazýván podle magnetické složky H. Tento diagram je vyjádřen v relativních veličinách. V podstatě jde o intenzitu elektrického pole, konkrétně o její relativní velikost v různých vyzařovacích směrech vztaženou k velikosti intenzity v hlavním vyzařovacím směru. Používanou jednotkou je dB. Vyzařovací diagram se vždy nazývá diagramem v rovině E (podle roviny polarizace). Anténa jako taková je pasivním prvkem systému, nejde o aktivní zesilování signálu, pouze o jeho transformaci a následné vyzařování v určitém směru. Antény se rozdělují z tohoto hlediska na všesměrové a směrové. Ideální všesměrová anténa vyzařuje všemi směry a všemi směry vyzařuje stejnou intenzitou. Směrová anténa je potom zařízení, které usměrňuje záření

požadovaným směrem. Toho se dosahuje vhodnou konstrukcí, tvarem, volbou materiálu, umístěním apod. Tento směr se nazývá hlavním směrem vyzařování. Jelikož jsme oproti všesměrové anténě utlumili vyzařování v některých směrech, tak naopak v hlavním směru je vyzařování „zesíleno“ (celková energie musí být zachována). Jak již však bylo řečeno – nejde o aktivní zesílení, jedná se o sloučení intenzit vyzařování všesměrové antény do jednoho hlavního směru. Tím vzniká jeden důležitý pojem (parametr) a tím je zisk antény.



**Obrázek 12** Ukázka prostorového vyzařovacího diagramu [13]



**Obrázek 13** Diagram v rovině E vyplývající z Obr. 12 [13]

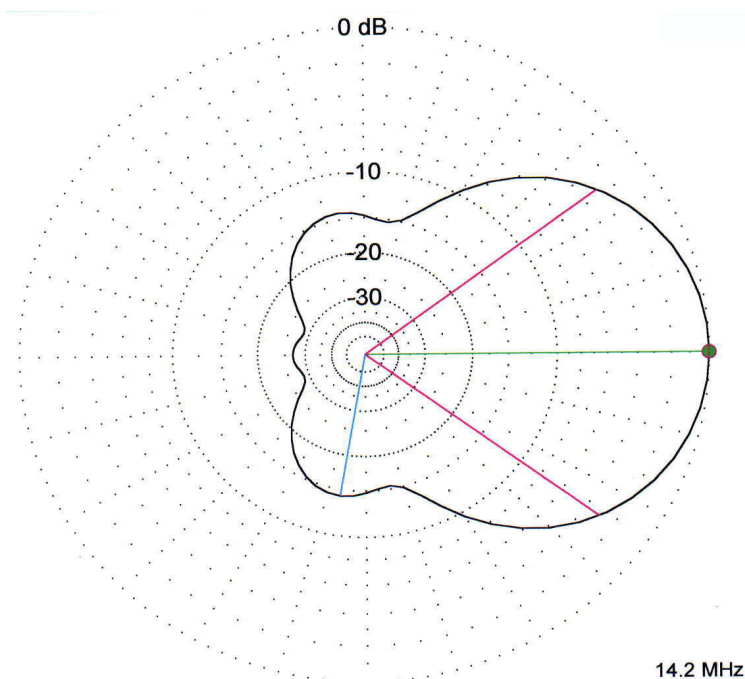


Zisk je opět poměr intenzit, tentokrát je to poměr intenzity vyzařování v hlavním směru k intenzitě vyzařování ideální všesměrové antény. Jednotka hodnoty zisku antény nese označení dBi. Od hlavního směru vyzařování je odvozen další pojem, jímž je šířka hlavního svazku. Šířka hlavního svazku je úhel mezi dvěma směry vyzařování se ztrátou intenzity -3 dB vůči hlavnímu svazku (v podstatě jde o jakousi toleranci, v jejíž hranicích uvažujeme požadovaný směr záření s požadovanou intenzitou). Posledním a třetím poměrem intenzit vyzařování je tzv. předozadní poměr, který je definován poměrem intenzit záření ve jmenovitém zadním sektoru antény a v hlavním směru vyzařování.

Vyzařovací diagram se dá v první řadě znázornit jako prostorový diagram, z něhož dále vyplývají dva plošné diagramy (Obrázky 13-14) ve dvou navzájem kolmých rovinách – diagram v E rovině (rovinu polarizace antény) a diagram v H rovině (kolmá na rovinu E).

### 2.1.3. Použití v budovách

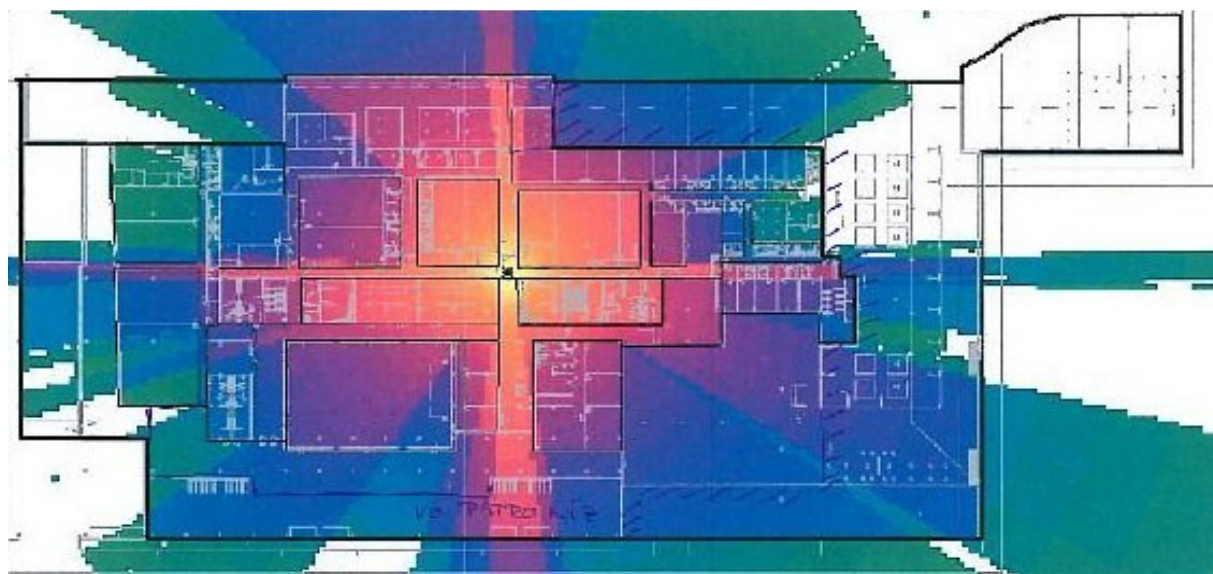
V rozlehlých moderních budovách typu nemocnice, kancelářské prostory, univerzity apod. vznikají při určitých podmínkách velmi lehce rozsáhlé prostory se ztrátou radiokomunikačního signálu. Např. instalací podhledů s ocelovou mříží a podobných architektonických prvků vznikají konstrukce, které jsou skutečně na překážku šíření signálu mj. 380-395 MHz, což je pásmo určené pro komunikaci JPO v síti Matra-Pegas. Takové překážky mohou způsobit znemožnění komunikace pomocí obvyklé techniky už u budov o jednom nadzemním podlaží. Pokud má budova takových podlaží více (např. 5-7), bude



Obrázek 14 Diagram v rovině H vyplývající z Obr. 12 [13]

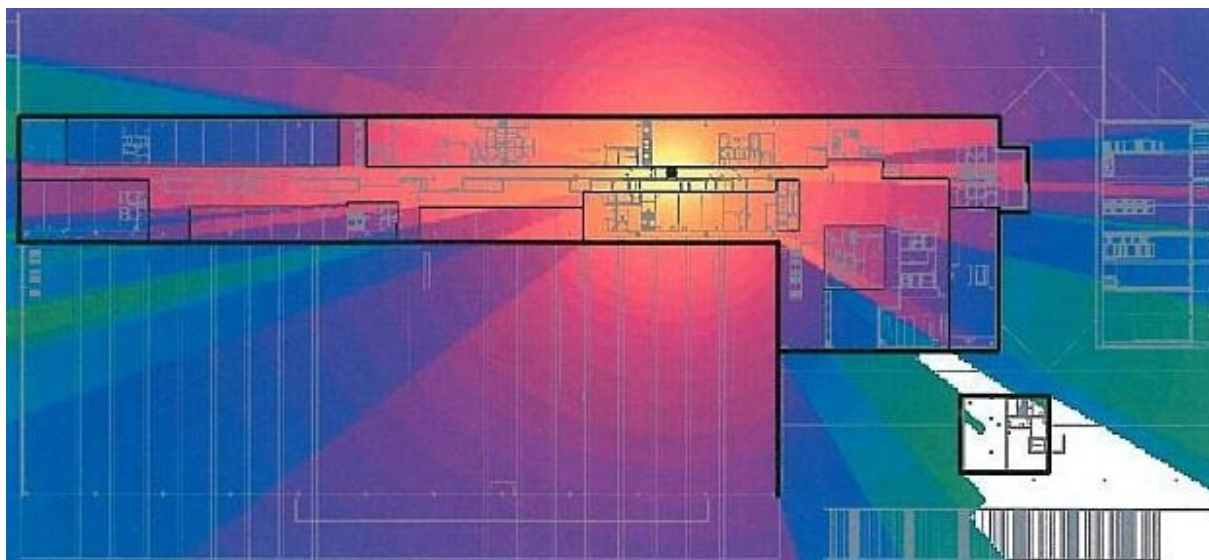
spojení v nižších podlažích ještě komplikovanější. Svislé konstrukce určitých typů (železobeton, ocelové konstrukce) mají také předpoklady bránit šíření signálu horizontálně. Takové vlastnosti vyplývají v drtivé většině spíše z praktických poznatků, než z fyzikální teorie. Různé kombinace materiálů a konstrukcí způsobují, že je potřeba zkoušet a odhadovat, které předpoklady bude mít která budova pro šíření signálu. Na základě těchto poznatků vznikají programy, které umožňují simulaci šíření signálu v budově, která se posléze zpravidla projeví jako velmi přesná.

Prostory (resp. podlaží) bez signálu jsou vytipovány a na základě praktických zkušeností je odhadnuto, kde přibližně budou umístěny antény systému. Poté je v závislosti na předpokládaném výkonu antén provedena již zmíněná počítačová simulace, která ukáže v půdorysu objektu model šíření radiokomunikačního signálu (Obrázky 15-16). Pokud je simulace uspokojivá, provede se projekt a montáž na jejím základě. Po zavedení systému a jeho spuštění proběhne ještě kontrolní měření signálu. Odchylka bývá zpravidla minimální. Pokud by však došlo při simulaci k chybě a následkem toho ke vzniku prostoru bez pokrytí signálem, vedení se dá bezproblémově rozpojit a doplnit další anténou.



**Obrázek 15** Výsledek simulace pokrytí signálem [14]

Měření se provádí kvůli zmíněné kontrole pokrytí signálem, dále se provádí měření různých charakteristik kabelového vedení na jeho délce (zejména tzv. ztráty odrazem zjištěné na principu měření poměru stojatých vln). Tyto údaje se dokumentují a zakládají jako příloha projektové dokumentace nazvaná „protokol o měření“. Slouží jako zdokumentování stavu, v jakém byl systém předán. Při pozdějších poruchách lze tímto měřením přesně zjistit místo, ve kterém došlo např. k mechanickému poškození.



**Obrázek 16** Výsledek simulace pokrytí signálem [14]

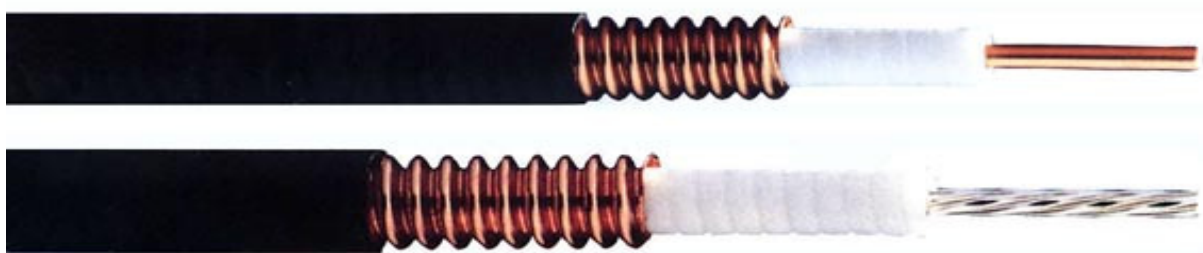
#### **2.1.4. Přenosové cesty a jejich vlastnosti**

Přenos rádiového signálu v anténním systému i v systému s vyzařovacím kabelem je veden vzduchem (formou záření) nebo koaxiálním kabelem. Tyto druhy přenosu jsou charakteristické specifickými vlastnostmi a parametry. Na těchto vlastnostech je mimo jiné závislá správná, bezpečná a bezporuchová funkce systému. Mezi tyto vlastnosti patří tzv. útlumy signálu. Specifickým druhem koaxiálního kabelu je vyzařovací kabel, který vykazuje vyzařovací útlum, ke kterému dochází právě při zmíněném přenosu vzduchem. Některým základním vlastnostem přenosu vzduchem účelným pro tuto práci (tato problematika je velmi odborná a rozsáhlá – je zhora nemožné vysvětlovat ji podrobně v jedné práci) jsem se věnoval v jedné z předešlých kapitol „Základní principy funkce antén v systému“ a v jedné z následujících kapitol „Konstrukce a vlastnosti vyzařovacích kabelů“.

Pro kabelový přenos signálu se používají koaxiální kabely a optická vlákna. Optická vlákna se zpravidla používají na vzdálenosti řádově v kilometrech (koaxiální kabely mají na extrémních vzdálenostech nepřijatelné ztráty na délce vodiče). Na trasy v desítkách a stovkách metrů bývá výhodnější používat koaxiální kabely, neboť nevyžadují nákladné komponenty pro převod mezi elektrickým a optickým signálem. Navíc při vysokých ztrátách vedením je možné používat sériově zapojené zesilovače signálu. Na jejich počtu a ceně potom záleží, který způsob je ekonomicky efektivnější zvolit – jestli optický kabel, nebo koaxiální kabel se zesilovači (ukázka zapojení sériových zesilovačů viz Obrázek 19). Koaxiální kabel je zejména výhodný (mimo jiné) pro systémy hodnocené v této práci. Proto se jím budu nadále zabývat.



**Obrázek 17** Konstrukce koaxiálního kabelu [13]



**Obrázek 18** Konstrukce koaxiálního kabelu přizpůsobeného pro větší ohyb [13]

Konstrukci koaxiálních kabelů tvoří celkem 4 funkční vrstvy materiálu (Obrázky 17-18). První z nich je ochranný obal (vnější vrstva), který chrání zbylé vrstvy před poškozením a vnějšími vlivy. Vykazuje také určité bezpečnostní parametry. Druhou vrstvou je tzv. vnější plášť. Plní stínící funkci – brání vyzařování signálu do okolí. (Tato vrstva vykazuje zásadní odlišnosti u vyzařovacích kabelů určených k vyzařování signálu do okolí.) Dříve ho tvořilo opletení, dnes se používá měděná (popř. hliníková) trubka nebo vinutí. Vrstva může být přizpůsobena pro umožnění vyššího namáhání (ohybu). Třetí vrstvu tvoří tzv. dielektrikum – může být z plastických hmot, popř. u silnějších kabelů vzduchové. Odděluje vnější vrstvy od vodiče. Poslední vrstvou (vnitřní) je samotný vodič, kterým bývá měděný drát nebo lanko (u silných kabelů s dutinou).

Funkční požadavky na koaxiální kabely se dají rozdělit na mechanické a elektrické. Mezi mechanické požadavky patří zejména odolnost (ochranného obalu aj.) a podmínky pro montáž. Ty jsou dané zejména povoleným ohybem kabelu. Ten je daný průměrem kabelu a provedením vrstev. Při překročení minimálního poloměru ohybu může dojít k narušení, při kterém nemůže být garantována správná funkce systému. Jsou pak mj. ovlivněny elektrické vlastnosti, díky čemuž se dá špatná montáž odhalit zkušebními měřeními (např. měření poměru stojatých vln – viz kapitola „Použití v budovách“). Výrobci uvádějí pro jednotlivé kabely

údaje o tom, kolikrát může být kabel do minimálního poloměru ohnut. U tzv. jednotlivého ohybu nemůže už být kabel po ohnutí znovu narovnan.

K elektrickým požadavkům patří maximální výkonové zatížení. Spočívá hlavně v tepelných účincích součtu výkonů signálů přenášených kabelem na konstrukci vrstev.

Důležitým parametrem je podélný útlum kabelu. Na určité délce kabelu se totiž ztrácí určitá část vysokofrekvenčního přenosu. Tato veličina se udává v dB/100 m (popř. dB/100 ft). Jde o relativní jednotku, pomocí které můžeme přímoúměrně a poměrně snadno určit útlumy kabelů různých délek. Důležitá je zákonitost, že útlum kabelů roste se zvyšující se frekvencí přenášeného signálu a naopak klesá s rostoucím jmenovitým průměrem kabelu. Na tyto fakta je potřeba brát zřetel při dimenzování tras a výběru kabelů, dále na vztahy mezi podélným útlumem a dalšími útlumy, což je popsáno v kapitole „Konstrukce a vlastnosti vyzařovacích kabelů“. Podélný útlum kabelu je uveden výrobcem.

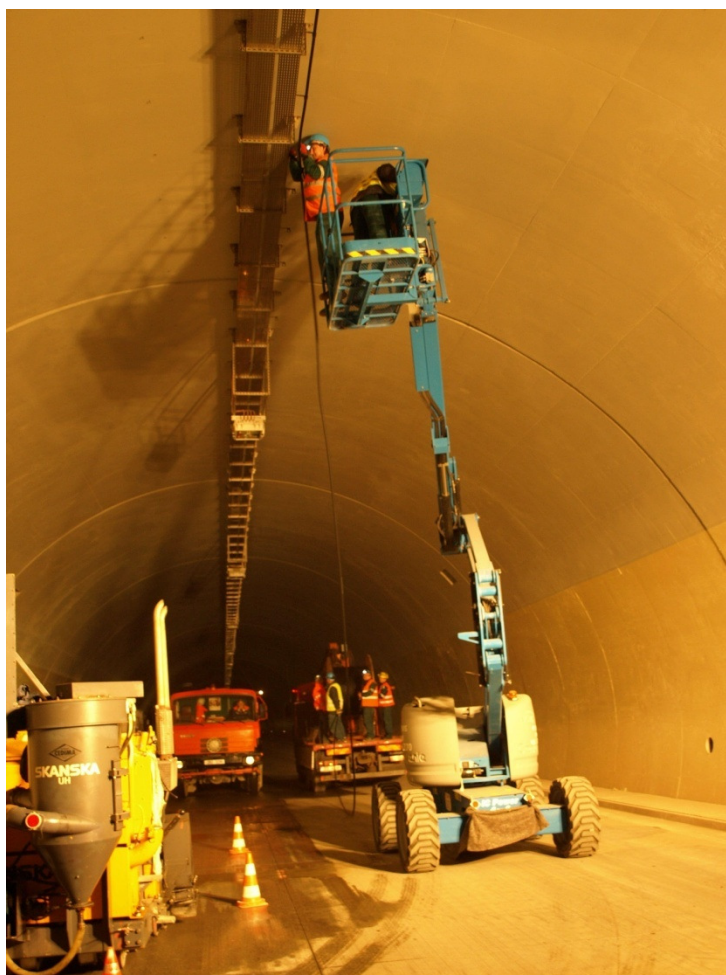
Dalšími vlastnostmi jsou frekvenční rozsah a charakteristická impedance kabelu. Charakteristická impedance a její význam je vysvětlená výše v kapitole „Základní principy funkce antén v systému“. V celé délce kabelu by měla být zachována konstantní hodnota impedance. Toho se dosahuje především pečlivou výrobou a materiálovým složením. Při nedodržení tohoto principu by byl vysoký koeficient odrazu (docházelo by ke ztrátám odrazem). Frekvenční rozsah je rozsah frekvencí, které je kabel schopen přenést se zaručenými parametry. Některé kabely mohou být určeny pro přenos určitého rozsahu (optimalizovány pro specifický rozsah frekvencí). V dnešní době je však možné přenášet celá spektra rádiových rozsahů pro jednotlivé účely (např. složky IZS apod.). Nejmodernější kabely nemají problém přenášet kmitočty přibližně od 0,5 MHz do 3,3 GHz.

### **2.1.5. Zhodnocení systému**

Pro potřeby zásahu jednotek PO je v takových objektech v každém případě zajištěna komunikace na jednom zásahovém IDR kanále. V takových budovách není vyloučena komunikace v přímém režimu, tzn. na klasickém zásahovém kanále. Problém v tomto režimu může nastat při komunikaci mezi jednotlivými podlažími, zejména skrz několik dalších podlaží (např. hovor v přímém režimu mezi druhým a sedmým podlažím). Jedna možnost taktického řešení tedy může být ta, že zasahující hasiči zůstanou na zásahové frekvenci a režim IDR bude vyhrazen pro spojení velení zásahu a ještě třeba vedoucích skupin, aby bylo zajištěno spojení mezi průzkumnou skupinou a velitelem nebo strojníkem venku před budovou. Každopádně spojení pro jednotky PO v budově s tímto systémem je (viz měřící a

simulační protokoly) zajištěno ve všech podlažích a v celém půdoryse a v potřebné míře na nástupné ploše.

Důležité pro taktiku je také to, aby měla IDR převaděč k dispozici jednotka, která je vhodně lokalizovaná vůči danému objektu a je schopna kdykoliv včas dopravit IDR převaděč na místo a připojit na jeden z vnějších připojovacích bodů.



Obrázek 19 Montáž vyzařovacího kabelu [13]

## 2.2. Systém s vyzařovacím kabelem

Tento systém je instalován zejména do silničních a dálničních tunelů nebo všude tam, kde je potřeba pokrýt prostor několika druhy telekomunikačních signálů v širokopásmovém spektru frekvencí (Obrázek 19). Na rozdíl od anténního systému je tento systém schopen vyzařovat široký kmitočtový rozsah, díky speciálnímu vyzařovacímu kabelu a důmyslném řešení vyzařování všech frekvencí pomocí jednoho kabelu (opět jde o chráněné know-how společnosti produkující tento systém).

### **2.2.1. Konkrétní příklad použití a charakteristika objektů**

Konkrétní příklady pokrytí systémem s vyzařovacím kabelem od firmy RCD Radiokomunikace s r. o. jsou např. silniční tunely v Praze (Strahov, Letná, Mrázovka), tunel Brno Kohoutova, silniční tunely Branisko a Horelica (Slovenská republika) a dálniční tunel Klimkovice (Ostrava). Jedním z neoriginálnějších projektů je pokrytí prostor pražského metra ve frekvenčních pásmech pro složky IZS, v pásmu GSM aj. V následujících kapitolách se budu zabývat zejména dálničním tunelem Klimkovice, ve kterém mi bylo umožněno několik cvičení a zkoušek spojení.

Silniční tunely jsou charakteristické zejména masivní železobetonovou konstrukcí. Vnitřek představuje hlavní tubus, kterým proudí doprava. U dálničních tunelů (např. klimkovický tunel) jsou to zpravidla tubusy dva, spojené navzájem příčnými chodbami, jejichž množství a vzdálenost vyplývá zejména z předpisů pro evakuaci osob, zásah jednotek PO aj. V některých tunelech se setkáme s pomocnými technologickými prostory, u klimkovického tunelu např. s šachtou se žebříkem s přístupem do prostoru pro UPS a záložní zdroje.

V jednotlivých velkých prostorech (zejména v hlavních tubusech a příčných chodbách) je zpravidla dostatečný prostor (vzhledem k délce) pro použití režimu DIR (zásahové frekvence HZS). Problém nastává ve chvíli, kdy se jedna z radiostanic schová za nějakou konstrukci, takže se dostane vůči druhé radiostanici do radiového stínu. Jak již bylo řečeno, tak v takových objektech jsou konstrukce takového charakteru, že radiový přenos přes ně není prakticky možný (viz další kapitoly věnované zkouškám spojení a výcvikům v klimkovickém tunelu). S tímto faktem je potřeba v taktice zásahu počítat.

Při testování různých vlivů na použití přímého režimu v dlouhých silničních tunelech byla zjištěna ještě jedna podstatná okolnost. Při nehodě nebo požáru se dá předpokládat rozsáhlá dopravní zácpa a velké množství vozidel na jednom místě. Bylo ověřeno, že takové množství zásadně brání (mnohdy až úplně znemožňuje) v použití přímého režimu. Velké množství aut vytvoří dostatečně silnou zábranu pro přerušení spojení.

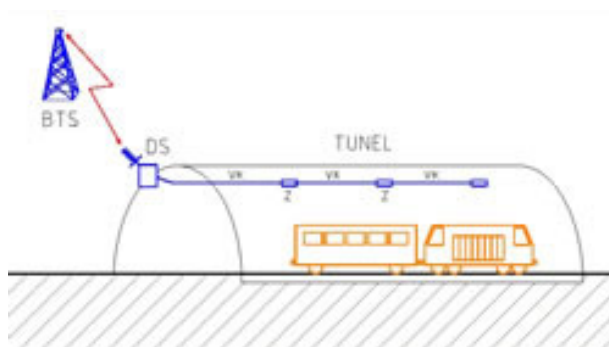
Pro pokrytí takových prostor je proto dobré použít vyzařování s jinou charakteristikou než bodovou (u anténního systému). Kvalitní pokrytí je potřebné pro jednotky HZS zejména v tubusech tunelu, spojovacích chodbách a na nástupním prostoru pro techniku a složky IZS.

### **2.2.2. Technické provedení**

Firma RCD nazývá tyto systémy jako distribuční systém (DS), který je určen pro pokrytí výše popsaných prostor radiovým signálem o kmitočtovém pásmu 30 MHz až 3 GHz

(frekvence pro potřeby HZS je 380 – 395 MHz). Tento signál je vyzařován pomocí speciálního vyzařovacího kabelu. (Použití antén také není vyloučeno. V takovýchto objektech se však po ekonomické stránce i jiných stránkách jeví jako naprosto nejvýhodnější použití vyzařovacího kabelu.) Je nutné podotknout, že kompletní řešení každého tunelu závisí zejména na jeho délce a frekvencích, které budou posléze v tunelu šířeny. Z toho vyplývá, že v každém tunelu je systém v podstatě originálním řešením, které je potřeba samostatně navrhnout a naprojektovat.

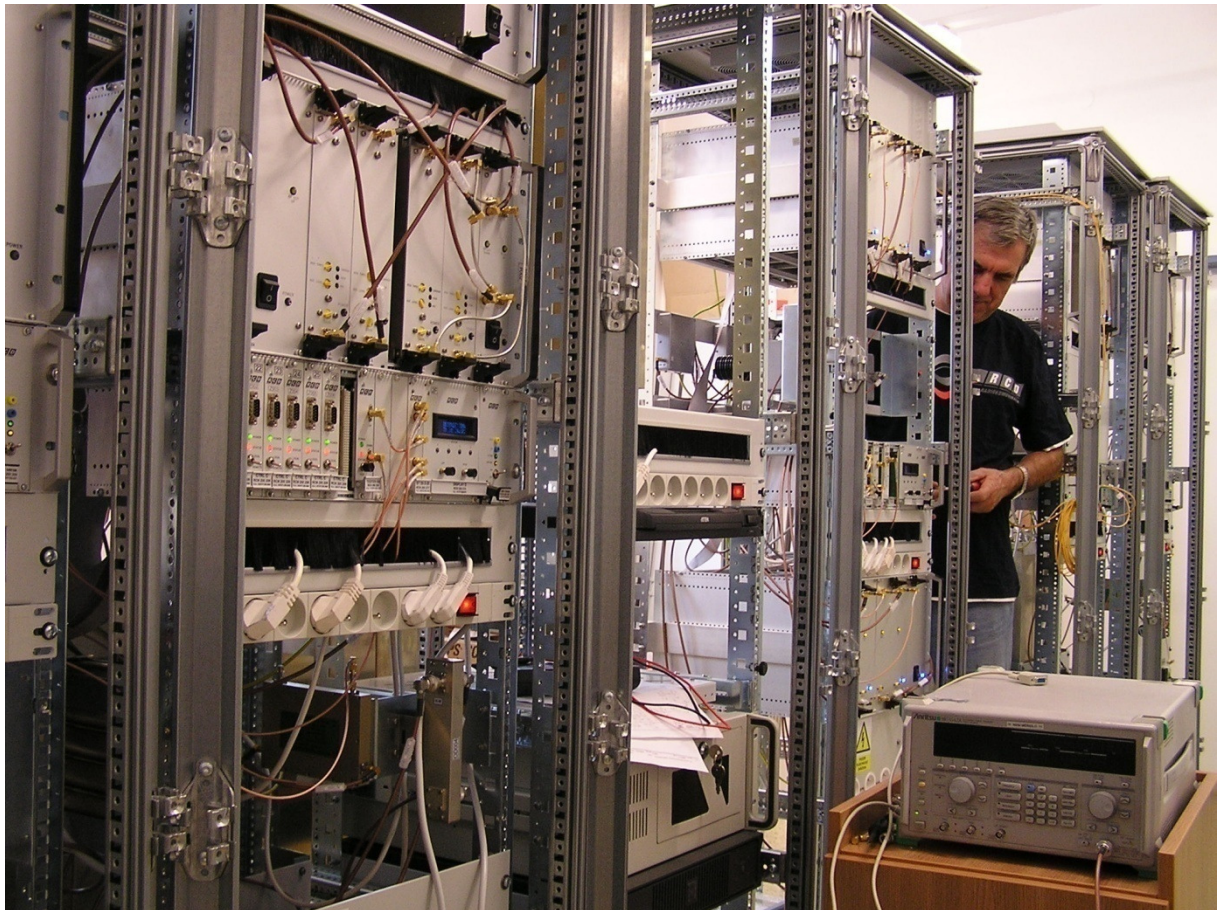
Systém obsahuje pasivní a aktivní prvky. Podstatné z aktivních prvků jsou zejména aktivní filtry a zesilovače. Aktivní filtry, jejich zapojení a použití je podstatou toho, jak sdružit jednotlivá pásma frekvencí do jednoho vyzařovacího kabelu. Dalším podstatným aktivním prvkem jsou zesilovače. Aktivní zesílení signálu je nutné, kvůli ztrátě výkonu při přenosu mezi zemí (ručním terminálem) a vyzařovacím kabelem. Při spojení mezi dvěma ručními terminály – jak již bylo zmíněno u diskretních anténních systémů – je nutné signál vyslaný do vyzařovacího kabelu aktivně zesílit a teprve poté, co je zesílen, ho dále vyslat do přijímací radiostanice (opět přenosem mezi kabelem a anténou radiostanice). Pro každý projekt je proto nutné zkonstruovat a provést montáž poměrně robustního technologického zařízení, které zahrnuje mj. aktivní filtry a zesilovače a tvoří jakýsi technický základ zajišťující funkci celého systému.



Obrázek 20 Základní prvky systému [13]



Další útlum vzniká při šíření signálu koaxiálním nebo vyzařovacím kabelem. S tímto útlumem se počítá při sestavování útlumového plánu a kontroluje se, zda jsou úrovně signálu ve všech místech anténního rozvodu dostatečné. U delších tras (např. pražské metro) je potřeba tyto ztráty eliminovat a umístit jednotlivé zesilovače po určité délce vedení. (Viz Obrázek 20; BTS = nejbližší základnová stanice, DS = distribuční systém, Z = zesilovač, VK = vyzařovací kabel.)



**Obrázek 21** Montáž technologického zařízení pro silniční tunel [13]

Jednotlivé samostatné prvky jsou propojeny koaxiálním kabelem, pro dopravu signálu na delší vzdálenosti se používá optických kabelů. Optický kabel však signál nevyzařuje, pouze ho po transformaci na optický signál dopraví s nepatrným útlumem na potřebné místo, kde se musí přetransformovat zpět na rádiový signál. Ten se pak obvyklým způsobem přivede do anténního systému.

Technologický systém je zpravidla umístěn v samostatném stavebním celku (kobka, menší budova) spolu s anténou zajišťující příjem signálu pro samotný distribuční systém (Obrázek 21).

### 2.2.3. Konstrukce a vlastnosti vyzařovacích kabelů

Základní konstrukce vyzařovacího kabelu (Obrázek 22) se v podstatě neliší od konstrukce koaxiálního kabelu (viz kapitola „Přenosové cesty a jejich vlastnosti“). Podstatný rozdíl je právě v tom, co umožňuje vyzařování signálu do okolí – konstrukční úpravy, jimiž jsou otvory ve vnějším plášti kabelu z měděné trubky nebo řidším opletem. Tyto otvory mají různé tvary i velikosti.



Obrázek 22 Vyzařovací kabely [13]

Každý vyzařovací kabel vykazuje podélný útlum a určitý vyzařovací útlum. Podélný útlum je míra úbytku signálu při jeho šíření kabelem (většinou v jednotkách dB/100m), vyzařovací útlum je poměr mezi signálem vedeným v kabelu a signálem přijímaným anténním dipólem  $\lambda/2$  z vyzařovacího kabelu ve vzdálenosti 2 m. Vyzařovací útlum je rovněž parametr uváděný výrobcem – setkáváme se zpravidla se dvěma hodnotami: vyzařovací útlum 50% a vyzařovací útlum 90% - to znamená, že 50 % (90 %) naměřených vzorků přijímaného signálu je větších než hodnota vypočtená z katalogového údaje útlumu. (Citováno z [13].) Důležitý je konečný fakt, že hodnoty těchto dvou parametrů (útlumů) jsou na sobě nepřímoúměrně závislé. Projektant navrhující zařízení proto musí pro každý konkrétní projekt zvolit vhodný poměr těchto dvou útlumů, který je závislý na mnoha faktorech a okolnostech. Pokud jsou obě hodnoty optimálně zvoleny, dosáhneme požadovaných výsledků za požadovanou investici. Pro vzájemný vztah těchto dvou útlumů je zaveden třetí pojem –

systemový útlum vyzařovacího kabelu. Tím je součet hodnot předešlých dvou útlumů – podélného a vyzařovacího. Výrobci potom systemový útlum uvádějí u každého typu kabelu ve dvou podobách: jako systemový útlum na 1 km délky kabelu a také jako délku daného kabelu pro systemový útlum 120 dB. Tyto hodnoty jsou proto v každém takovém systému jedním z kritérií pro volbu vhodného vyzařovacího kabelu (viz Obrázek 21).

#### **2.2.4. Výsledky z výcviků HZS a zkoušek spojení**

V rámci výcviků HZS MSK v dálničním tunelu Klimkovice (1080 m) mi bylo umožněno testovat spojení na frekvenci určené pro IDR režim v jednom tubusu tunelu, ve spojovací chodbě a spojení mezi spojovací chodbou a tubusem. V tomto tunelu je kromě digitálního přenosu pro jednotky PO v režimu IDR pro HZS umožněno taky spojení na specifickém kanále HZS v analogové síti (rovněž pomocí vyzařovacího kabelu a pomocí obdobných technologií popsaných v předchozí kapitole). Všechny frekvence, včetně těchto dvou zmíněných a spousty dalších (PČR, GSM...) jsou sdruženy do jednoho kabelu (viz výše). Testoval jsem proto spojení v digitální i analogové síti.

Po příjezdu na místo zásahu byli dva zasahující hasiči vyzbrojeni analogovými i digitálními ručními terminály, na kterých byly nalazeny příslušné frekvence pro IDR módy (na terminálech u HZS MSK je to u zásahu kanál 6 pro digitální a kanál 7 pro analogové). Spojení fungovalo bezchybně v celém tubusu, ve spojovací chodbě i navzájem mezi těmito prostory. Zvukový výstup byl víceméně bez šumu a jakéhokoliv většího rušení.

Byl vyzkoušen i přímý režim (hlavní zásahový HZS). V tomto režimu bylo možné komunikovat, dokud nebyl jeden hasič v tubusu a druhý ve spojovací příčné chodbě. V takovém okamžiku bylo spojení přerušeno.

Vzhledem k dostupnosti spojení v analogu i digitálu mě napadla možnost splnění požadavku provedení konverze mezi analogem a digitálem. Jak již bylo zmíněno v kapitole „Analogový a digitální přenos“, tak do výbavy jednotek HZS patří speciálně upravený systém vozidlových terminálů, který umožňuje tuto konverzi. Tento systém je součástí výjezdové techniky. V rámci zkoušek spojení v tunelu jsem se za spolupráce s oddělením komunikačních a informačních systémů HZS Ostrava – Zábřeh rozhodl vyzkoušet konverzi v rámci komunikace v tunelu Klimkovice při komunikaci na dostupných IDR módech (digitálním a analogovém). Vycházel jsem z předpokladu, že pokud zaklíčuji v digitálním přenosu, tak vyšlu signál do zesilovače a distribučního systému, dále pokud budu mít v dosahu pokrytí IDR spojením technikou se zapnutou konverzí „Matra tunel“, technika by teoreticky měla provést konverzi a vyslat signál zpět do systému pokrývajících tunel

analogovým spojením. Poté by mohla hovor přijmout i kterákoliv analogová ruční radiostanice.

Předpokládali jsme, že z důvodu delší cesty a větší složitosti tohoto přenosu by mohlo být zaznamenáno určité časové zpoždění mezi vysíláním a příjmem. Konverzi jsme provedli pomocí techniky umístěné ve voze PPLA ze stanice Ostrava – Zábřeh. Přenos fungoval téměř bezchybně a opět bez výrazně snížené kvality. Při vysílání z digitálního terminálu a příjmu na analogovém byl přenos o něco méně kvalitní než při vysílání z analogu a příjmu na digitálním terminálu. Zmíněné časové zpoždění bylo zanedbatelné. Důležitý je fakt, že bylo potřeba podržet tlačítko hovoru o něco déle (přibližně o 3 sekundy), než bývá obvyklé. Pokud vysílající hasič zaklíčoval, podal zprávu a ihned tlačítko pustil, stávalo se, že bylo spojení přerušeno a zpráva vůbec nedorazila do terminálů v odlišném druhu přenosu. Proto je potřeba na tento detail v rámci taktiky myslet a za předpokladu zavedení konverze v tunelu do taktiky zasahující hasiče pečlivě informovat o zásadách hovoru tímto způsobem.

Výsledky těchto zkoušek byly pozitivní a až na drobné detaily plně uspokojivé. Vyšlo najevo, že pokud bude potřeba zařadit do taktiky zásahu v tunelu Klimkovice hovory mezi analogovými a digitálními terminály, je to možné.

V lednu 2008 proběhlo rozsáhlé cvičení v tunelu Klimkovice zaměřené na zkoušku spojení pomocí přímých režimů. Účelem bylo ověření nutnosti instalace kabelového systému do tunelu. Výsledek výcviku jednoznačně určil, že nedostatečné spojení v tunelu může vést k vážným (i smrtelným) nehodám zasahujících hasičů. Přímý režim (v tomto případě tzv. bojové kanály K a N takové spojení neposkytují).

Výcvik probíhal jednoduchým způsobem. Bylo určeno několik stěžejních pozic v tunelu – např. první a druhý tubus, portály, spojovací chodby a šachta k dieselaagregátu. Na jednotlivých bodech byli umístěni hasiči s ručními terminály a postupně bylo vyzkoušeno spojení v přímém režimu z předem vytipovaných bodů, kterými projížděl velitel výcviku a pokoušel se o spojení se všemi hasiči. Výsledek byl zaznamenán do tabulky (Příloha 2). Stejným způsobem byla provedena po instalaci zkouška na IDR kanále – se stoprocentní úspěšností.

Pro prostory tunelu byla na základě tohoto cvičení určena taktika spojení v tunelu Klimkovice. Skupiny provádějící zásah používají kanál „K“ (přímý režim) a skupiny provádějící evakuaci používají kanál „N“ (přímý režim). Kanál č. 6 (IDR tunel) slouží jako velitelský, přičemž každá skupina má velitele přihlášeného na kanálu č. 6. Tímto je zajištěna komunikace všech skupin mezi sebou a s velením v celém tunelu. Podrobnější schéma spojení v klimkovickém tunelu a výsledky výcviku viz Příloha 2.

### 2.2.5. Zhodnocení systému

Jedním z důležitých výstupů této kapitoly je chování vyzařovacích kabelů v požáru. Pro zasahující jednotky je důležitá otázka, zda bude vyzařovací kabel (např. v silničním tunelu) fungovat při rozvinutém požáru a pokud ano, na kolik bude spolehlivý. Požár v tunelech je charakteristický vývojem vysokých teplot. Dá se předpokládat hoření provozních kapalin – kapaliny se zpravidla vyznačují vyšší teplotou hoření, než pevné látky. Dále zde bude vystaveno požáru větší množství umělých materiálů. Tunel jako takový bude charakteristický velmi špatným odvodem tepla, pokud nebude zajištěno nucené odvětrání. Podobně jako suterénní prostory je konstruován z masivních železobetonových konstrukcí a situován pod zemí. To způsobuje rychlé zvyšování teploty díky špatnému ochlazení vedením konstrukcí. U takových staveb bývá dnes samozřejmostí zajištění umělého odvětrání pomocí speciální techniky, požárně bezpečnostních zařízení zajišťujících odvod tepla a kouře nebo vyvolání tzv. komínového efektu – pokud to umožňuje dostatečné převýšení mezi vyústěními tunelu. Přesto není zaručen efektivní odvod zplodin ve všech částech tunelu a tím ochlazení prostředí.

Zplodiny hoření o vysokých teplotách se logicky hromadí v půdorysné oblasti ohniska požáru pod stropem u osy stropu tunelu (tunel nemá rovný strop, nýbrž přibližně půlkruhový), tedy přesně v místě, kde je situován vyzařovací kabel. Po konzultaci s odborníky jsem se dozvěděl, že za takových podmínek je kabel vystaven teplotám až 1000 °C.

Existují celkem dvě možnosti, jak zajistit jeho funkci při požáru:

Zajistit teplotní odolnost po určitou dobu. V podstatě definovat mezní stav, během kterého bude kabel neporušen působením požáru. Po konzultaci s firmou produkující toto zařízení a jiných úvahách jsem dospěl k závěru, že toto řešení je téměř nereálné. Především by bylo ekonomicky extrémně nákladné konstruovat komponent typu vyzařovacího kabelu z materiálů, které vyhovujícím způsobem odolávají požáru. Dále je potřeba si uvědomit, co je v tomto případě vyhovující doba odolávání požáru. V běžných požárních normách se pro mezní stavy (např. u požárních konstrukcí apod.) používají doby řádově desítek minut (zpravidla 15 minut až 120 minut). Řídit se takovými časy by v případě vyzařovacího kabelu nemělo příliš smysl. V tomto případě nejde o čas do příjezdu jednotek. Kabel musí plnit funkci během požárního zásahu a DS jeho prostřednictvím poskytuje zasahujícím jednotkám spojení. Při určitých komplikacích, které se nikdy nedají předem definovat a vyloučit, může zásah probíhat řádově několik hodin. Zajistit celistvost kabelu v takových podmínkách po tuto dobu by bylo extrémně náročné a nákladné.

Druhá možnost zajištění funkce v požáru je očividně přijatelnější. Je to v podstatě obejití té první a je to přesně ta, kterou profesionální firmy používají v praxi. Je to zajištění funkce i při úplném přerušení kabelové trasy. Princip je podobný jako u kruhových hlásících linek systémů elektrické požární signalizace. Pokud je kabelové vedení vhodně naprojektováno, je v každém místě zajištěn přenos z obou směrů. Pokud v nějakém místě kabel přehoří, nebude narušena funkce přenosu signálu, protože kruhové vedení se rozdělí na dvě nezávislé větve. Spojení nebude pomocí DS zajištěno pouze v místě přerušení, tedy v místě ohniska požáru. Tento fakt by neměl být problém pro vedení zásahu, neboť fyzická přítomnost zasahujícího hasiče v ohnisku požáru se nepředpokládá. Okraje ohniska budou navíc částečně pokryty větvemi ohořelého kabelu. Další problém by mohl nastat, pokud by kabel přehořel na dvou místech – tím by mohl vzniknout úsek kabelu zcela oddělený od zbytku DS. To by však předpokládalo dvě nezávislá ohniska a to je krajně nepravděpodobné. Pokud bychom však tuto variantu skutečně řešili, navrhl bych použití zásahového kanálu typu DIR, který by na takovém úseku měl být postačující. Zdržování se v prostoru mezi dvěma ohnisky je však z hlediska taktiky krajně nežádoucí a extrémně ohrožující na životě – pokud nemá velitel zásahu zvláštní důvody, neměl by hasiče do takové pozice vůbec dostat. Výjimku by tvořil úsek spojený s příčnou evakuační chodbou – v takovém případě by však nebylo vedení přerušeno. Bylo by zajištěno z příčné chodby.

## Závěr

S plošným zavedením digitální sítě přišel i požadavek pro technické zabezpečení rádiové komunikace v digitální síti v problémových prostorech a objektech. Vyskytly se prostory, kde začaly být přenosy v přímém režimu nedostatečné, neboť digitální systém je schopen až do určité meze kvality přenosu opravovat chyby a uskutečňovat přenos. V mezních podmínkách se potom komunikace skokově vytrácí. U analogového signálu tento problém nenastával. Při snížené kvalitě přenosu sice docházelo ke snížené kvalitě zvukového výstupu. Kvalita se však nesnižovala skokem, nýbrž spojitě.

Prvním přínosem této práce bylo objektivní zhodnocení systémů, z hlediska jejich užitečnosti a nutnosti jejich instalace. Z konzultací s osobami z odboru IZS (praktická oblast zkušeností) a odborníky v oblasti rádiových přenosů (technická oblast zkušeností) vyplynulo, že je tomu skutečně tak, že analogový přenos měl určité výhody, zejména ve specifických objektech (železobetonové konstrukce). V objektech a prostorách, kde není možno efektivně používat přímý režim digitálního přenosu, proto doporučuji vhodně zabezpečit rádiovou komunikaci tak, aby byla spolehlivá a efektivní. Toho lze dosáhnout pomocí technických zařízení hodnocených v této práci. V takových objektech není nikdy (ani při sebelepší požární prevenci) možné vyloučit vznik vážné události, při které může mít ztráta komunikace vážné následky. Vážným problémem při instalaci těchto systémů zůstává ekonomická náročnost. Vysoký rozpočet potřebný pro tyto projekty je pravděpodobně nejzávažnějším blokem, proč nemůže být systém v některých objektech instalován.

Dalším přínosem práce je praktické vyzkoušení tunelového systému během výcviku a zhodnocení jeho funkce a efektivity. V tunelu Klimkovice byl vyzkoušen přímý režim (digitální i analogový) v rámci jednoho tubusu i mezi tubusem a příčnou chodbou. V prostředí tunelu přímý režim skutečně selhává, pokud se terminály dostanou z dohledu. Bylo dokonce vyzkoušeno, že přímý režim v tunelu selže, pokud se v tubusu nahromadí kovový šrot (hromadná nehoda). Komunikace pomocí systému s vyzářovacím kabelem fungovala ve všech místech tunelu bezchybně (v analogu, digitálu i při konverzi). Odvodil jsem, že vzhledem k přítomnosti jednoho analogového kanálu, jednoho digitálního kanálu a jejich konverze je možné stanovit taktiku zásahu v tunelu s efektivní komunikací (i se zapojením JPO II a III, v jejichž vlastnictví dále zůstávají některé analogové terminály). Tímto zhodnocením a praktickým otestováním jsem splnil jeden z požadavků zadavatele práce.

Druhým požadavkem bylo zhodnotit vliv přítomnosti obdobných systémů na taktiku JPO a nároky na systémy vyplývající z taktiky. Tento rozbor jsem provedl v příslušných

kapitolách práce. Požadavky taktiky by neměly být překážkou v používání technických systémů hodnocených v této práci. Všechny tyto informace mohou být dále využity při zvažování nutnosti instalace systémů do dalších objektů a budov.



## **Seznam zkratek**

DIR: přímý režim (mód) radiového přenosu

DL: Down link (specifický směr přenosu)

DS: distribuční systém

EU: Evropská unie

GŘ: generální ředitelství

HZS ČR: Hasičský záchranný sbor České republiky

HZS MSK: Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje

IDR: nezávislý převaděčový mód radiového přenosu

IZS: integrovaný záchranný systém

JPO: jednotka požární ochrany

MV ČR: Ministerstvo vnitra České republiky

PČR: Policie České republiky

PO: požární ochrana

PPLA: protiplynový automobil

RFSI: identická adresa digitálního radiového terminálu

UL: Up link (specifický směr přenosu)

ÚO: územní odbor

VŠB – TU: Vysoká škola báňská – Technická univerzita

ZZS: Zdravotní záchranná služba

## Použitá literatura

- [1] BALÁŠ, J. *Projektová dokumentace: Anténní systém pro HZS Office Building centrum Ostrava*. [s.l.] : RCD Radiokomunikace spol. s r. o., 2009. 19 s.
- [2] BALÁŠ, J. *Technická zpráva: Bezdrátové spojení složek IZS při záchranných a hasebních činnostech. Stavební úpravy budovy kolejí „A“ na Hotel VŠB-TU Ostrava* [s.l.] : RCD Radiokomunikace spol. s r. o., 2009. 7 s.
- [3] BALÁŠ, J. *Technická zpráva: Bezdrátové spojení složek IZS při záchranných a hasebních činnostech. Stavební úpravy budovy kolejí „B“ na Hotel VŠB-TU Ostrava* [s.l.] : RCD Radiokomunikace spol. s r. o., 2009. 7 s.
- [4] DOHNAL, J., LOŠÁK, J. *Technické prostředky požární ochrany*. 1. vyd. Ostrava: EDICE SPBI SPEKTRUM 9, 1998, 99 s. ISBN 80-86111-22-9.
- [5] FRANĚK, O. Matra - Pegas aneb nekonečný příběh. *Požáry.cz : ohnisko žhavých zpráv* [online]. 2004 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.pozary.cz/rubriky/represe/matra-pegas-aneb-nekonecny-pribeh\\_1961.html](http://www.pozary.cz/rubriky/represe/matra-pegas-aneb-nekonecny-pribeh_1961.html)>.
- [6] FRANĚK, O. *Úvod do problematiky radiových sítí* [online]. 2004 , 25.března 2004 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/0310\\_radsite.htm](http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/0310_radsite.htm)>.
- [7] HÁNA, I. *Od analogových radiostanic k digitálnímu systému Pegas u HZS kraje Vysočina*. Bakalářská práce, Ostrava, VŠB-TU, FBI, 2007, 57 s.
- [8] HLADÍK, V. *Stav projektu PEGAS*. [s.l.] : MV-generální ředitelství HZS ČR, 2003. 4 s.
- [9] MV GŘ HZS ČR. *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu*. Praha, 2004.
- [10] *Směrnice rady o určování a označování evropské kritické infrastruktury a o posouzení potřeby zvýšit její ochranu*. Brusel : Komise evropských společenství, 2006. 28 s.

[11] *Pramacom* [online]. c2009 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.pramacom.cz/cz/index.php>>.

[12] *Risk-management.cz* [online]. Říjen 2001 [cit. 2010-04-08]. Analýza a řízení rizik tunelů pozemních komunikací. Výzkumná zpráva č. LSS 108/2001. Dostupné z WWW:  
<<http://www.risk-management.cz/index.php?clanek=116&cat2=1{=#2}>>.

[13] Soukromé materiály, soubory a informace poskytnuté firmou RCD Radiokomunikace.

[14] Soukromé materiály, soubory a informace poskytnuté HZS MSK.

## **Seznam příloh**

1. Příloha 1: Parametry rádiové techniky Matra (dnes EADS)  
(Pozn.: Firma Matra přešla pod EADS, které je plným pokračovatelem všech závazků. V ČR je nyní výhradním dovozcem a prodejcem firma Pramacom – odtud Příloha 1.)
2. Příloha 2: Výsledky výcviku 10. 1. 2008 HZS MSK v tunelu Klimkovice

## Příloha 1: Parametry rádiové techniky Matra [11]

### MC 9610

Vozidlová radiostanice  
MC9610 CS/CM G1



#### Vlastnosti

- Plně digitální.
- Vysoké kvalitní šifrování hlasu i dat.  
Funguje v síťovém a přímém režimu.
- Přístup k veškerým službám sítě MATRACOM 9600:
  - skupinové nebo individuální hovory, tísňová volání, přímý režim, statusové zprávy,
  - datové přenosy, krátké textové zprávy a jiné.

MC 9610 CS G1 / MC 9610 CM G1 Revize 03.01/EN 08/09/00

V souladu se strategií EDSN zaměřenou na neustálé zdokonalování nabízených produktů si společnost vyhrazuje právo měnit jejich parametry.









# MC 9610

## Komponenty a rozhraní

- K dispozici jsou 2 konfigurace ovládacího panelu v závislosti na uživatelských požadavcích:
  - **MC9610 CS G1: typ Smart**  
Přední panel s 25 klávesami: numerická klávesnice, funkční klávesy a tlačítko tiskového volání, podsvícené.
  - **MC9610 CM G1: typ Easy+**  
Přední panel s 9 klávesami: funkční klávesy a tlačítko tiskového volání, podsvícené.

## Součásti zařízení (rozměry: výška x délka x hloubka v mm)

	Přední panel Smart: 48/172/51		Mikrofon
	Přední panel Easy +: 48/172/51		Držák mikrofonu
	Úchytka k vytažení		Radiový modul: 40/220/158

V obou uvedených konfiguracích je mikrofon s klíčovací tlačítkem k ovládacímu panelu připojen pomocí funkčních kláves dálkového ovládání.

Následující prvky je třeba objednat zvlášť:

- Montážní souprava
- Anténní souprava



## Specifikace nároků na prostředí (Standardy IEC)

### STANDARD

- Provozní teplota IEC 68-2
- Skladovací teplota IEC 68-2
- Volný pád IEC 68-2
- Vibrace (za provozu) IEC 68-2
- Náraz (za provozu) IEC 68-2
- Ve všech ohledech splňuje standard MIL 810 C, D & E

### ZÁTĚŽ

Suché horko	+55°C/30% RH
Chlad	-20°C
Vlhké horko	+25°C/98% RH
	+55°C/80% RH
Suché horko	+70°C/30% RH
Chlad	-40°C
Vlhké horko	+40°C/93% RH
Výška	– 1m na betonový povrch
Náraz, náhodné a sinusové vibrace	25g/6ms, 1000/osa a směr

MC 9610 CS G1 / MC 9610 CM G1 Revize 03.01/EN 08/09/00

V souladu se strategií EDSN zaměřenou na neustálé z dokonalování nabízených produktů si společnost vyhrazuje právo měnit jejich parametry.



# MC 9610

## Technické specifikace

### Platné standardy

Tetrapol PAS & ETSI ETS 300-113

**Displej:** 3 řádků po 16 znacích, podsvícený

**Numerická klávesnice:** 25 nebo 9 kláves podle typu

**Provozní režim:** Trunkovaný  
Převaděčový  
Přímý

**Zdroj napájení (V DC):** 12V  
50/60 Hz

**Spotřeba (A):**

**Vysílání** max. 4  
**Přjem** max. 0,5

### Specifikace akustické části:

**Mikrofon** 1 mV

**Reproduktory** 0,4W, zkreslení méně než 5%

**Vokodér:** RP-CELP

### Specifikace radiové části:

#### Vysílač:

**Výkon** 10W

**Frekvenční stabilita** lepší než  $\pm 2,5$  ppm

**Rušivé vyzářování I** nižší než -36 dBm

**Výkon sousedního kanálu:** lepší než -60 dBc

#### Přístup:

FDMA

**Typ přenosu:** Poloduplexní (v síťovém režimu)

Simplexní (v přímém režimu)

**Datové rozhraní:** V24/V28 9,6 kb/s

#### Přijímač:

**Statická citlivost** lepší než -118 dBm

**Dynamická citlivost** lepší než -111 dBm

**Selektivita sousedního kanálu** lepší než 60 dB

**Odmítnutí rušivé odezvy** lepší než 70dB

**Rušivé vyzářování** lepší než -57 dBm

#### Kmitočtové pásmo (MHz):

Dílčí kanály mezi 380 a 512

#### Duplexní odstup:

10 MHz

#### Odstup kanálů:

12,5 kHz

#### Modulace:

0,25 GMSK

#### Bitová rychlost kanálů:

8 Kbit/s

#### Technologie:

přinejvíše digitální

#### Šifrování:

Konec-konec, zabudované

## Doplňkové vybavení mimo katalogová čísla MC 9610 CS G1/MC 9610 CM G1

- Anténní souprava - **MC9610 C AN G1**
- V závislosti na typu vozidla jsou k dispozici dva typy držáků ovládacího panelu:

**MC9610 IK1 G1:** Vozidlový držák DIN umožňující namontovat panel jako autorádio.



Vozidlový držák DIN: 53/182/61



Kabel 7,5 m

**MC9610 IK2 G1:** Držák umožňující připevnit ovládací panel přímo na přístrojovou desku.



Držák na přístrojovou desku:  
87/208/45



Kabel 7,5 m

- Další komponenty:

**MC9610 AA 15W G1:** Reproduktory

**MC9610 GPS:** Souprava GPS (viz příslušná brožura).

MC 9610 CS G1 / MC 9610 CM G1 Revize 03.01/EN 08/09/00

V souladu se strategií EDISN zaměřenou na neustálé zdokonalování nabízených produktů si společnost vyhrazuje právo měnit jejich parametry.



---

# MC 9620

## Ruční rádiový terminál

MC 9620 S G2 / MC 9620 M G2 / MC 9620 E G2



---

### Výhody uživatele

- Bezpečná digitální komunikace v trunkovém, opakovacím a přímém režimu.
- Robustní dvoupásmový ruční terminál, malá velikost (do kapsy).
- Dobře viditelný ukazatel nabití baterií SMART.
- Uživateli přátelské rozhraní stejně jako u mobilních terminálů.
- Rozsáhlé příslušenství, které lze používat pro mobilní i pevné funkce.
- Profesionálně navržený konektor.
- 2W VF radiostanice, která odpovídá Evropským směricím o ochraně zdraví před VF zářením.

MC9620 S G2 / MC 9620 M G2 / MC 9620 E G2 Version 03.01/EN 14/10/99





# MC 9620

## Funkce

Nový rádiový terminál si můžete objednat ve třech typech: "Easy", "Easy +" a "Smart", které podporují následující služby:

	Trunkový režim			Opakovací & Přímý režim			Služby				
	Smart	Easy +	Easy	Smart	Easy +	Easy	Smart	Easy +	Easy		
<b>Hovorové služby</b>				<b>Hovorové služby</b>							
Skupinové volání	ano	ano	ano	Volání přímého režimu	ano	ano	ano	Informace o bateriích	ano	ano	ne
Skenování	ano	(1)	ne	Volání opakovaného režimu	ano	ano	ano	Předem definované volání	99	99	15
Soukromé volání	ano	ano	ano	Nouzové volání	ano	ano	ano	Programování paměti	ano	ne	ne
Telefonní volání	ano	ano	ano	Monitorování dvou kanálů	ano	ano	(1)	Tichý režim	ano	ano	ne
Nouzové volání	ano	ano	ano					Hlasitý poslech	ano	ano	ano
Prioritní volání	ano	ano	ano					Distinktní poslech	ano	ne	ne
<b>Datové služby</b>								Přijaté volání	ano	ano	ne
Datový port	ano	ano	ano					Přesměrování volání	ano	(1)	ne
Status	(2)	(2)	ne					Identifikační číslo volajícího	ano	ano	ne
Krátká zpráva	(2)	(3)	ne					Identifikační číslo terminálu	ano	ano	ne
Dotazy do databázi	ano	ne	ne								

- (1) pouze předem definovaný  
 (2) vysílání/přijem  
 (3) pouze příjem  
 (4) volitelný  
 (5) příslušenství ručního terminálu

### End-to-end hovorové a datové šifrování

## Volitelné příslušenství, lze objednat navíc

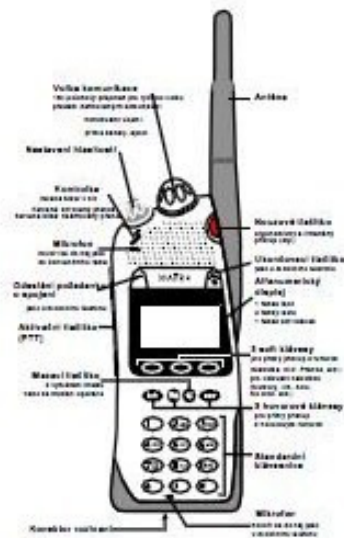
- Klip na pásek
- Kožené pouzdro
- Prodloužená anténa (170 mm, +1,7 dBI)
- Stolní nabíječ (1 nebo 6 jednotek)
- Cestovní nabíječ/nabíječ s konektorem do zapalovače
- Externí mikrofon
- Příslušenství pro skryté nošení
- Vozový adaptér
- Stolní adaptér

## Technické údaje(vnější prostředí) (IEC STD TESTOVÁNÍ)

Standard	Podmínky
Označení CE podle směrnice 89/335/CE	Pracovní teplota
	IEC 68-2 Horko, sucho +60°C/30%RH
	Chlad -30°C
	Horko, vlhko +25°C/98%RH
	+55°C/90%RH
	Skladovací teplota
	IEC 68-2 Horko, sucho +70°C/30%RH
	Chlad -40°C
	Horko, vlhko +40°C/93%RH
Ochrana proti prachu a vodě	IEC 529 IP 54
Ochrana proti soli	IEC 68-2 5% NaCl, +35°C
Volný pád	IEC 68-2 Výška = 1,5 m na beton
Vibrace (provozní)	IEC 68-2 Náhodné a sinusoidní vibrace
Náraz (provozní)	IEC 68-2 25g/6ms, 1000úhel& směr
SAR radíace (výkonová hustota ozářování)	ENV 50.166-2 Průměrná hmotnost 10g, průměrný čas 6 minut, požadovaný prostorový vrchol SAR 10W/kg

# MC 9620

## Součásti & Rozhraní



Smart



Easy+



Easy



### Informace na displeji:

- Registrace v závislosti na úrovni intenzity pole
- Šifrování
- Aktivní komunikace
- Zprava
- Režim poslechu
- Přesměrování volání
- Seznam
- Stav baterie
- « 14 » je zvolené předem nadefinované volání.



### Profesionálně navržený konektor

Masivní, vodě odolný, snadno se zasune a vytáhne bez použití jakéhokoli nástroje.

- Poskytuje spojení k:
- Napájecímu zdroji příslušenství
  - Automobilové anténě
  - Datovému rozhraní RS232
  - SmBus/Charger
  - IO/PC Bus
  - Mikrofon/reproduktor

# MC 9620

## Technické údaje

### Aplikované standardy:

Tetrapol PAS & ETSI ETS 300-113

Velikost (bez antény) 140x62x33mm

Hmotnost 420g s bat & ant  
255g bez bat & ant

Konstrukce Hliníkový rám  
Plastický kryt

Displej  
Osvětlený, na typech SMART & EASY+  
4 řádky 12 znaků  
1 řádek ikon

Anténa  
Délka standardní antény: 62 mm  
Zdokonalená anténa: 0 dBi  
Typ konstrukce: ohebná guma

Klávesnice na typech SMART & EASY+  
osvětlená, uzamykatelná Elastomere

Klávesnice (čísla a písmena)  
na typu SMART

Diskrétní mikrofon  
& reproduktor na typu SMART

Otočný přepínač 16 ti polohový

Doba provozu stanice  
na jedno nabití baterií 8 H (60/35/5)  
13 H (90/5/5)

Baterie  
Typ: NIMH-1500mAh  
Řízení spotřeby: SMBUS protocol  
Životnost: kapacita >80% po 500 cyklech  
>50% po 1000 cyklech  
Samovybití: <1%

### Údaje o rádiu:

Vysílač  
Výkon: 2W  
Frekvenční stabilita: lepší než  $\pm 2,5$  ppm  
Rušivé vinění: lepší než -36 dBm  
Výkon v sousedním kanálu: lepší než -60 dBc  
Širokopásmový šum: -67 dBm  
Ochrana koncového stupně proti  
velkému PSV: VSWR > 5

Operační režimy  
(přístup ke 100 voláním)  
Trunkový režim YES  
Opakovač režim YES  
Přímý režim YES

Přístupový režim FDMA

Druh přenosu  
Poloduplexní (závislý)  
Simplexní (přímý režim)

Technologie: Plně digitální

Akustika  
Max. hlasitost reprodukt.: >80dBspl/50cm  
Vocoder RP-CELP  
Filtrace okolního hluku

Šifrování:  
End-to-end, vestavěné

Datové rozhraní: RS232, 9,6 kbps

SIM: podporuje ISO SIM kartu

### Přijímač

Statická citlivost: lepší než -119 dBm  
Dynamická citlivost: lepší než -111 dBm  
Selektivita pro sousední kanál: lepší než 60 dB  
Potlačení rušivých produktů: lepší než 70dB  
Rušivé vyzarování: lepší než -57 dBm

### Frekvenční rozsah (MHz)

380-430 MHz  
440-490 MHz  
Jiné rozsahy dle dohody

Duplexní odstup: 5 to 15 MHz  
Odstup kanálů: 10 nebo 12,5 kHz  
Modulace: 0,25 GMSK  
Přenosová rychlost  
na kanál: 8 Kbit/s

Další znaky  
paměť na 100 předdefinovaných  
druhů volání  
paměť na 100 předdefinovaných  
statusů

Defence and Communications Systems  
The EADS Systems House

## TETRAPOL TPH700

Robustní zodolněná radiostanice



Předběžné specifikace lze bez upozomení pozměňovat

# TETRAPOL TPH700

## Robustní odolná radiostanice

- Odolnost proti vlhku
- Konstrukční řešení umožňující čelit extrémním podmínkám
- Barevný grafický displej (TFT)
- Intuitivní navigace
- Programovatelná klávesová zkratka pro nejběžnější úkoly
- Vysoce kvalitní reproduktor typu hands-free
- Bezdrátová technologie Bluetooth® sloužící k připojení příslušenství atd.



### Robustní a voděodolná

TPH700 vyráběná společností EADS je ruční radiostanice TETRAPOL určená k zabezpečeným hlasovým a datovým komunikacím v extrémních podmínkách. Je naprosto ideální pro profesionální uživatele, kteří vyžadují robustní a výkonný radiový terminál ke každodennímu použití.

Radiostanice TPH700 je konstrukčně řešena pro potřeby použití v nepříznivých podmínkách a její ochrana odpovídá třídě IP57, což jí umožňuje při každodenním provozu odolávat nejenom nevyhnutelnému působení stříkající vody, prachu a nárazům, ale dokonce i náhodnému ponoření do vody až do hloubky 1 metru. Zařízení je osazeno vysocí kvalitním reproduktorem, který zajišťuje vynikající zvukové parametry i v hlučném prostředí.

Na výrobu TPH700 byl použit masivní materiál a z odolnění mechanických i elektrických dílů znamená, že konektory této radiostanice jsou chráněné proti korozi, čímž je zajištěna mimořádná spolehlivost bez ohledu na místo použití.

### Ergonomie a uživatelský komfort

Radiostanice TPH700, která patří do nejnovější generace radiových terminálů společnosti EADS, má barevný displej, snadno ovladatelnou klávesnici i všechna funkční menu. Díky svým rozměrům poskytuje displej TFT jasné a zřetelné obrazové informace a barevnou grafiku. Dokonce i za proměnlivých světelných podmínek zůstávají informace zobrazované na displeji dobře viditelné.

### Uživatelské přizpůsobení

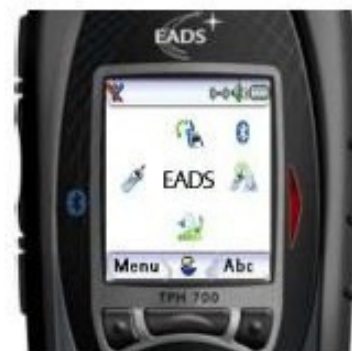
Radiostanice TPH700 lze přizpůsobit individuálním potřebám uživatelů. Má

praktické programovatelné tlačítko, jehož prostřednictvím se lze zkratkou dostat k nejčastěji využívaným funkcím. Uživatelé už například nemusí do hlavního menu, aby si přečetli nebo odeslali textové zprávy nebo aby odeslali souřadnice GPS určující jejich polohu – stačí, když jednoduše stisknou programovatelnou klávesu.

Uživatelské rozhraní lze kromě toho rovněž naprogramovat tak, aby se na displeji zobrazoval název organizace nebo požadovaná úvodní obrazovka (splash screen).

### Mobilita při dokonalém zabezpečení

Díky zabudované technologii Bluetooth® může radiostanice TPH700 přijímat souběžně jedno hlasové a dvě datová spojení. Může se pochlubit i širokou škálou možností v oblasti konektivity: externí audio nebo datová příslušenství a zařízení připojovaná přes Bluetooth®, jako například sluchátka, náhlavní souprava, vozíkové soupravy typu hands-free, GPS, PDA a PC umožňující snadnou a účelnou komunikaci.



## TETRAPOL TPH700

### Robustní odolná radiostanice



#### Příslušenství

K radiostanici TPH700 lze připojit následující příslušenství:

##### Pro péči uživatele:

- Souprava pro péči uživatele (typ GSM): sluchátka, mikrofon a klíčovací tlačítko PTT
- Samostatný reproduktor/mikrofon s kolíkovým konektorem nebo bez něj
- Sluchátko EADS Bluetooth® s klíčovacím tlačítkem PTT
- Komerčně dostupné sluchátko Bluetooth®
- GPS Bluetooth®
- Diskrétní souprava typu VIP eskort
- Diskrétní souprava typu Walkman
- Souprava s indukční nákrční smyčkou

##### Do vozidel:

- Podpůrné vybavení (napájení, externí anténa a ofsetový konektor TPH700)
- 10W radiový zesilovač
- Komerčně dostupná vozidlová audio souprava Bluetooth®

##### Data:

- Datový kabel USB portu
- Komerčně dostupné připojení PC nebo PDA přes Bluetooth®
- Kabel RS232
- Kabely k TPS
- Kabely k REMS

##### Nabíječe:

- Stolní nabíječ na jeden terminál (1 TPH700 + 1 náhradní baterie)
- 6-místný nabíječ (6 TPH700s + 6 náhradních baterií)
- Cestovní nabíječ (se zástrčkou do běžné zásuvky nebo do vozidlového zapalovače)

## Radlostanice TETRAPOL TPH700

Radlostanice TPH700 odpovídá následujícím normám pro rádiová zařízení pracující při teplotách -20°C až 60°C:

- Rádiové standardy ETSI č. EN 300 113-1 a -2
- Rádiové standardy ETSI č. EN 300 328-1 a -2 pro zařízení Bluetooth<sup>®</sup>
- Normy ETSI pro elektromagnetickou kompatibilitu EN 301 489-5 a -1
- Standard ETSI EMC č. EN 301 489-17 platný pro zařízení Bluetooth<sup>®</sup>
- Standard upravující problematiku elektrické bezpečnosti EN 60950-1: 2001
- Působení vysokofrekvenčních polí: radlostanice splňuje limity pro působení na pracovníky vymezené v direktivě 2004 40/EC (10W/kg). Působení bylo vyhodnoceno dle metod EN50361, IEC 62209-1 a IEC 62209-2
- Označení CE v souladu s direktivou R&TTE 1999/5/EC
- Zařízení splňuje požadavky direktivy 2002/95/EC týkající se obsahu nebezpečných látek (RoHS)

### Kmitočtová pásma

- 360-430 MHz s kanálovou roztečí 10 nebo 12,5 kHz
- 440-490 MHz s kanálovou roztečí 10 nebo 12,5 kHz
- Možnost půlkanalového offsetu
- Další kmitočtová pásma na vyžádání

### Specifikace RF

- Maximální výstupní výkon vysílače: 2 W
- Statická / dynamická citlivost lepší než -119 dBm / -111 dBm

### Specifikace

- Hmotnost: 300 g s baterií
- Rozměry: 151 x 61 x 40 mm

### Specifikace odolnosti

- Odolnost proti vodě a prachu dle klasifikace IP57
- Nárazy, pád (ze 2 m) a vibrace dle ETS EN 300019-1-7 třída 5M2
- Odolnost proti vlhkosti dle ETS EN 300019-1-7 třída 7.3, až 95%

### Displej

- Grafický displej TFT s vysokým rozlišením: 128 x 128 160 pixelů

### Klávesnice / ovládací prvky

- Alfanaumerická klávesnice
- Navigační klávesa
- Programovatelná klávesová zkratka
- 2 voliči klávesy
- Vypínač, ovladač hlasitosti, klíčovací tlačítko PTT, červené tlačítko tísňového volání
- Otočný spínač k ovládní hlasitosti a nebo volbě kanálů

### Typy volání

- Individuální hovory
- Konferenční hovory
- Volání přes ústřednu/do tř. sítě
- Přesměrování hovorů
- Předání hovoru
- Identifikace volajícího

### Skupinová komunikace

- Až 20 skupin
- Konvenční i trunkovaný režim
- Otevřené kanály, hovorové skupiny
- Dispečerské volání
- Tísňové volání
- Slučování skupin
- Scanování, vstup do již probíhající komunikace
- Identifikace volajícího

### Přímý a převaděčový režim

- Rozšířené pokrytí v přímém režimu v pásmu 360 – 430 MHz nebo 440 – 490 MHz
- Tísňové volání
- Využití nezávislého opakovače
- Identifikace volajícího

### Zprávy

- Statusové zprávy
- Textové zprávy a výměna dat TETRAPOL
- Odesílání údajů o poloze v závislosti na systémové verzi pomocí GPS Bluetooth<sup>®</sup> nebo samostatného reproduktoru/mikrofonu se zabudovaným GPS.
- Tísňové volání s údajem o poloze v závislosti na systémové verzi pomocí GPS Bluetooth<sup>®</sup> nebo samostatného reproduktoru/mikrofonu se zabudovaným GPS.

### Bezpečnost

- Zabudovaný šifrovací komponent (ASIC)
- Vzájemné ověřování totožnosti
- Šifrování typu konec-konec u hlasových i datových přenosů
- Distribuce klíčů rádiovou cestou
- Dálkové zablokování (paralyzování)
- Speciální zákaznické šifrování (varianta)

### Bezdrátový přenos dat

- Připojení k PC nebo PDA prostřednictvím ovladačů TETRAPOL pod Windows CE, XPTM
- Připojení Bluetooth<sup>®</sup> (varianta)

### Další vlastnosti

- Integrovaný Bluetooth<sup>®</sup>
- 3 souběžná příslušenství Bluetooth<sup>®</sup> (1 hlasové a 2 datová)
- Kompatibilita s jakýmkoli příslušenstvím s atestem Bluetooth<sup>®</sup> (vyjmenované produkty)
- Odesílání údajů o poloze GPS na vyžádání přes Bluetooth<sup>®</sup> GPS (v závislosti na kompatibilitě systémové verze)

### Baterie

- Provozní doba: až 13 hod. (60/35/5)
- Doba nabíjení: 5 hod. 30 minut

Headquarters: EADS Secure Networks  
Société par actions simplifiée with a capital share of 20,509,892 euros - 414 845 966 02 Versailles  
Copyright © 2006 EADS. All rights reserved. Information subject to change without notice.  
Operations and some features are software and / or network dependent.

 Bluetooth

The Bluetooth wordmark and logo are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and may be used only under license by EADS in accordance with the license.

EADS Secure Networks

Rue JP Timbaud - Montigny Le Bretonneux  
78063 SAINT QUENTIN YVELINES CEDEX - France

Tel: +33 (0)1 34 60 80 20

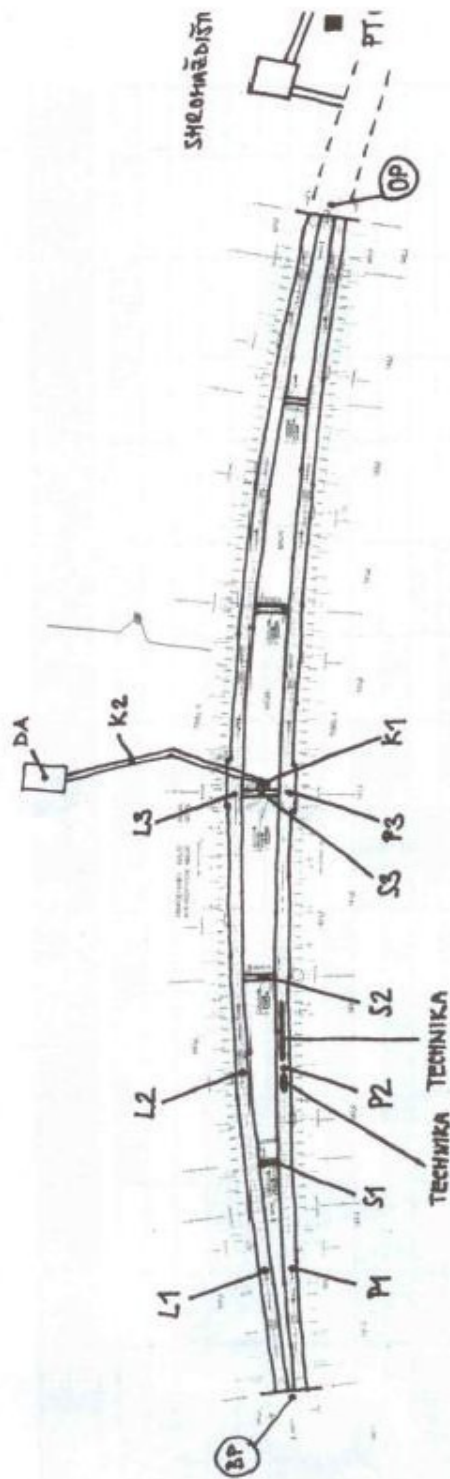
Fax: +33 (0)1 30 47 61 19

www.eads.com/pmr

Defence and Communications Systems, a Business Unit of the Defence & Security Systems Division

**Příloha 2: Výsledky výcviku 10. 1. 2008 HZS MSK v tunelu Klimkovice [14]**

Mapa pozic pro zkoušku spojení (legenda k tabulce s výsledky)



**Zkouška spojení tunel Klimkovice, 10.1.2008**

objekt	Provozně technický objekt	objekt	
PTO	Provozně technický objekt	S1 chodba	první propojka
OP	Ostravský portál	S1 rozvodna	rozvodna první propojky
BP	Břeměnský portál	S2 chodba	druhá propojka
L1	levá trouba - pozice cca B 9-10	S2 rozvodna	rozvodna druhé propojky
P1	pravá trouba - pozice cca A 7-8	S3 chodba	třetí propojka
L2	levá trouba - pozice cca B 27-28	S3 rozvodna	rozvodna třetí propojky
P2	pravá trouba - pozice cca A 24-25	K1	šachta třetí propojky - první podesta
L3	levá trouba - pozice cca B 50-51	K2	kabelový kanál k trafostanici
P3	pravá trouba - pozice cca A 45-46	DA	trafostanice



Výsledek zkoušky spojení (DIR) v jednotlivých pozicích (A = úspěšné, N = neúspěšné)

zkouška	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
pozice	PTO	HOP	HL3	HL2	HL1	HBP	HP1	HP2	HP3	HS1ch	HS1r	HS2ch	HS2r	HS3r
PTO	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
OP	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
BP	N	N	N	N	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A
L1	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A
P1	N	N	N	N	N	A	A	N	A	N	A	N	A	A
L2	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A
P2	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	A	N	A	A
L3	N	N	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A
P3	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A
S1 chodba	N	N	N	N	A	N	A	A	N	A	A	A	A	A
S1 rozvodna	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A
S2 chodba	N	N	N	A	N	N	A	A	N	N	N	A	A	A
S2 rozvodna	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A
S3 chodba	N	N	A	N	N	N	N	N	A	N	N	N	A	A
S3 rozvodna	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	A
K1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
K2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

## Výsledná taktika spojení v tunelu Klimkovice (schéma)

