

RÁDIOVÉ SPOJENÍ SLOŽEK IZS V TUNELECH A ROZSÁHLÝCH OBJEKTECH

RADIO CONNECTION OF INTEGRATED RESCUE SYSTEM (IRS) IN TUNNELS AND LARGE OBJECTS

Libor Daněk¹
Petr Bebčák²

ABSTRAKT

Príspevek popisuje históriu a súčasné trendy v oblasti vývoje rádiového spojenia v tunelech, rozsáhlých objektoch a podzemných priestoroch s ohľadom na zařazení komunikačných systémů mezi požárně bezpečnostní zařízení stavebních objektů. Analyzuje možnosti jednotlivých technických řešení, jejich výhody, nevýhody a jejich pozici z hlediska legislativy.

Zvláštní pozornost je věnována komunikačním systémům s využitím vyzařovacího kabelu, jejich projektování a instalaci v liniových stavbách s ohľadem na zachování funkčnosti komunikačního systému během požáru. Príspevek prezentuje rozdílný pohľad na požadavky na funkční integritu klasických napájecích a sdělovacích kabelů na jedné straně a vyzařovacích kabelů na straně druhé.

Článek uzavírá přehled instalací ve významných českých a slovenských stavbách, jejich historii, použitá technická řešení a jejich vlastnosti s ohľadem na požadavky hasičů a dalších složek záchranného systému.

ABSTRACT

The paper describes the history and current trends in the field of radio connection development in tunnels, large building objects and underground areas with respect to the inclusion of communication systems between fire safety devices. It analyzes the possibilities of individual technical solutions, their advantages and disadvantages and their position in terms of legislation.

Special attention is paid to communication systems using radiating cable, their design and installation in line constructions with respect to maintaining of the communication system functionality during a fire. The paper presents different views of the requirements for functional integrity of classic power and communication cables on one side and radiating cables on the other side.

The article concludes with an overview of important installations, Czech and Slovak building objects, their history, applied technical solutions and their features with respect to the firemen and other rescue system components requirements.

¹Ing. Libor Daněk, RCD Radiokomunikace spol. s r.o., U Pošty 26, 533 52 Staré Hradiště, tel.: +420 466 415 755, e-mail: danek@rcd.cz

²Ing. Petr Bebčák, PhD, K.B.K. fire, s.r.o., Heydukova 1093/26, 702 00 Ostrava-Přívov, tel: +420 553 810 560, e-mail: bebcakp@kbkfire.cz

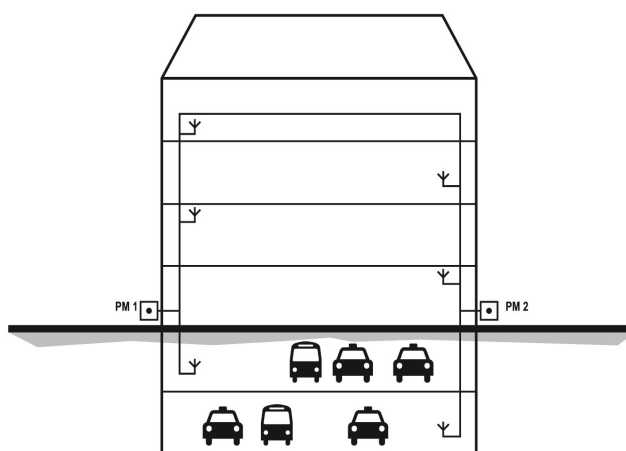
1 Úvod

Rádiové komunikační služby dnes patří k důležitým technickým prostředkům pro koordinaci složek integrovaného záchranného systému a tím i pro zajištění efektivního a bezpečného zásahu jednotek požární ochrany v případě mimořádné události. Kromě přenosu hlasu se stále častěji využívá i datových přenosů pro účely lokalizace při přesunu sil a prostředků, upřesnění detailů o místě zásahu a samotné mimořádné události (fotografie, mapy, konstrukční plány, ...). To samo o sobě vznáší požadavek na zajištění kvalitního přenosu hlasu a dat i do míst, kam se za běžných podmínek rádiové signály z okolního prostředí šíří jen velmi obtížně, nebo je do těchto míst jejich šíření fyzikálně nemožné. Jsou jimi zpravidla rozsáhlé budovy obchodních a zábavních center, kancelářských a administrativních budov, velké průmyslové provozy, sklady, podzemní uložistiště, vícepatrové a podzemní garáže, silniční a železniční tunely, tunely a stanice metra a další objekty, které použitým materiálem, konstrukcí nebo polohou zabraňují přirozenému pronikání rádiových signálů.

2 Rádiové spojení v tunelech a podzemních prostorách

Na šíření rádiových signálů má vliv více faktorů. V tunelech a dalších podzemních stavbách jsou nejvýraznějšími faktory samotná poloha stavby, její konstrukční uspořádání a použitý materiál. Mezi materiály tlumící signál nejvíce patří především kovy, železobeton, pokovená skla, vlhká půda a mnoho dalších. Zpravidla všechny tyto materiály je dnes možné najít jako součást každé nové podzemní stavby. Klasickým příkladem problematického prostředí jsou vícepatrové podzemní garáže tvořené z větší části železobetonovým pláštěm a celistvými vodorovnými plochami ze železobetonu s minimem prostupů mezi jednotlivými patry. V tomto případě, pokud by bylo možné provozovat spojovací techniku alespoň v prvním podzemním podlaží, je téměř jisté, že v dalších podzemních podlažích bude její nasazení bez dodatečného technického vybavení vyloučeno.

Pro zajištění kvalitního spojení ve všech částech podzemních staveb je nutné tyto stavby vybavit zařízením pro posílení rádiového signálu (ZPPRS). Toto zařízení zajistí nejen spojení s vnějším světem, ale také bezproblémové spojení v rámci rozsáhlých a členitých podzemních i nadzemních prostor. Následující obrázek ilustruje typické využití ZPPRS v budovách, které použitým materiálem a členitostí omezují přirozené využití spojovacích prostředků.



Obr. 1 Příklad využití pasivního ZPPRS [3]

Fig. 1 Example of ZPPRS use

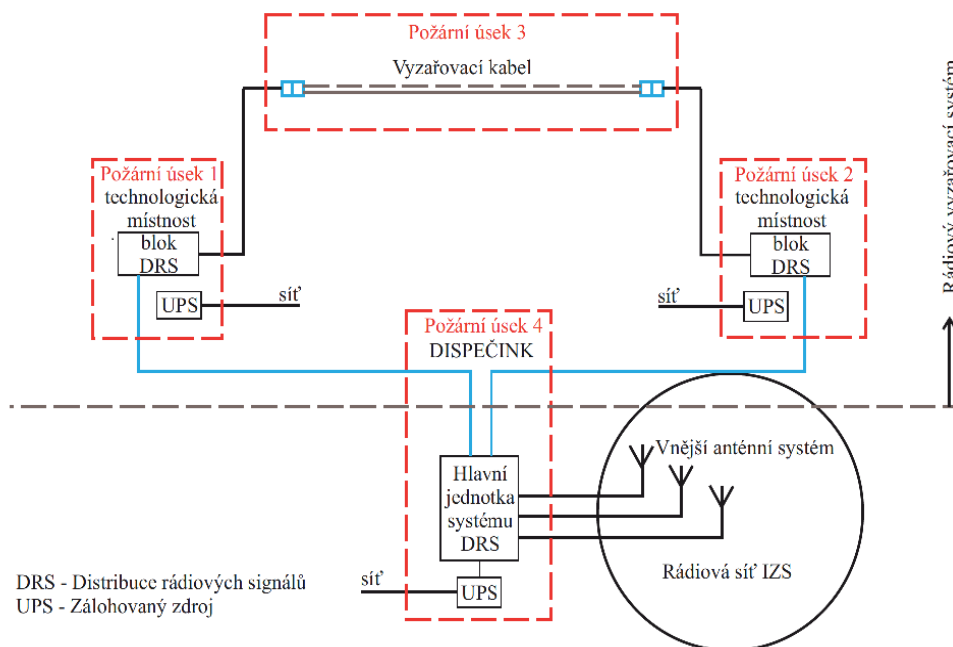
V tomto případě je využito tzv. **pasivní (dělené) ZPPRS**, kdy je budova vybavena převážně pasivními prvky systému (antény, anténní rozvod, sdružovací obvody, přípojná místa na vnějším plášti budovy) a aktivní část si s sebou vozí zasahující jednotka požární ochrany. Výhodou tohoto řešení z pohledu investora je především pořizovací cena systému, provozní náklady a náklady na údržbu.

Naproti tomu **aktivní (komplexní) ZPPRS** jsou v praxi využívána u velkých infrastrukturních staveb, jakými jsou například silniční a železniční tunely, včetně tunelů a stanic metra. Systém má vyšší pořizovací náklady (o aktivní část), ale jeho služby jsou k dispozici neustále a zpravidla obsahuje také systém on-line dohledu, který v pravidelných intervalech reálným signálem testuje jeho správnou funkci.

Tato varianta se dnes stala prakticky standardem pro všechny nové a nově rekonstruované stavby silničních a dálničních tunelů. Její historie sahá do roku 1974, kdy státní podnik Tesla Pardubice nainstaloval komunikační systém na bázi anténní dvojlinky do tunelů a stanic pražského metra. S rozvojem technologií bylo od dvojlinky upuštěno a standardním řešením se stalo využití vyzařovacího koaxiálního kabelu.

3 Aktivní ZPPRS s vyzařovacím kabelem jako požárně bezpečnostní zařízení

Přestože jsou dle vyhlášky MV 246/2001 Sb. Spojovací a komunikační prostředky řazeny do věcných prostředků požární ochrany, dnes mají tyto systémy spíše charakter požárně bezpečnostního zařízení a svým významem by měly být řazeny mezi vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení tak, aby byl zaručen specifický přístup při jejich projektování, realizaci a kontrole [3]. Následující obrázek představuje typické řešení ZPPRS s vyzařovacím kabelem navrženého jako požárně bezpečnostní zařízení, tedy takové řešení, které zachová svou funkci i při poškození některé ze svých částí:



Obr. 2 Aktivní ZPPRS konstruované jako požárně bezpečnostní zařízení [2]

Fig. 2 Active ZPPRS, designed as fire safety device

Výše přestavený systém se skládá z několika částí, rozdělených do samostatných požárních úseků. Požární úseky č. 1 a 2 obsahují tzv. Distribuční rádiový systém (dále DRS), který napájí anténní systém v tunelové trubě. Každý z DRS je schopen anténní systém napájet

takovou úrovní signálu, která je dostačující k zajištění kvalitního spojení v celé délce tunelové trouby. Dojde-li tedy k požáru v jednom z těchto úseků, není tím ohrožena činnost systému jako celku.

Požární úsek č. 3 představuje samotná tunelová trouba. V liniových dopravních stavbách je dnes standardně v roli anténního systému využíván koaxiální vyzařovací kabel. Ten se sice z technologických důvodů nevyrábí ve variantě odpovídající normě ČSN IEC 60331-23, ale to nijak nevytvrdí o jeho schopnosti zachovat svou funkčnost i při porušení integrity. Vyzařovací kabel se svou funkcí blíží spíše soustavě antén, než klasickému napájecímu kabelu, a proto jeho přerušení v kterémkoliv místě mezi oběma DRS nemá při správném systémovém návrhu vliv na funkčnost Rádiového vyzařovacího systému. Tato skutečnost byla dostatečně prokázána nejen praktickými měřeními podle metodiky RCM 110 00 [4], ale také zkouškami při testech DRS v nových úsecích pražského metra VA a nedávném požáru v jednom z tunelů pražského okruhu.

4 Porovnání vlastností vyzařovacího kabelu a anténní dvojlinky

Jak už bylo uvedeno výše, v minulosti se v roli anténního systému využívala anténní dvojlinka a i dnes se, byť sporadicky, objevují řešení založená na podobném principu. Je nutné si ale uvědomit, že pro její nahrazení byly relevantní technické důvody, přestože se jednalo bezesporu z pohledu pořizovacích nákladů o „výhodnější“ řešení. Následující tabulka přináší srovnání obou technologií:

Tabulka 1 Porovnání vlastností vyzařovacího kabelu a anténní dvojlinky
Table 1 Radiating cable and radiating cable pair comparison

Parametr	Vyzařovací kabel	Anténní dvojlinka
Elektrické parametry	Jsou přesně definované výrobcem, jsou téměř nezávislé na okolním prostředí a způsobu instalace.	Velmi silně závisí na mechanickém provedení při montáži. Mění se s časem a jsou ovlivňovány nečistotami.
Přenášené služby	Je to širokopásmový prvek – obsáhne celý požadovaný rozsah kmitočtů a služeb.	Anténní dvojlinka musí být navržena pro konkrétní kmitočty. Možnost dodatečného přidání kmitočtů do již instalované dvojlinky je problematická.
Vliv nečistot	Nečistoty usazované na kabel nemají zásadní vliv na elektrické parametry kabelu ani chování celého systému.	Znečištění hraje nepříznivou roli zvláště na držácích a na povrchu vedení. Tento fakt zvyšuje náklady na údržbu vedení v průběhu jeho životnosti.
Nároky na instalaci	Vyzařovací kabel se v tunelech metra zavěšuje jednoduše na dvojháčky, v silničních tunelech na běžně dostupné objímky.	Nároky na instalaci jsou mnohem větší. Nejprve je nutné ve vypočtených rozestupech cca 1 m navrtat díry pro upevnění držáků, přišroubovat nosnou konstrukci držáků a k nim pak upevnit aktivní prvky anténní dvojlinky.
Požární bezpečnost	Všechny koaxiální a vyzařovací kabely navrhované pro použití v metru odpovídají požadavkům nejpřísnějších současných norem. Při napájení vyzařovacího kabelu z obou konců je funkčnost rádiového spojení zajištěna i při jeho přerušení požárem.	Z hlediska vlastní požární bezpečnosti vykazuje vyšší požárně bezpečnostní parametry než jakýkoliv vyzařovací kabel kteréhokoliv světového výrobce. Požárem v tunelu však bude dvojlinka zničena stejně jako vyzařovací kabel a bude nutné ji vyměnit. Usazenými zplodinami při požáru v tunelu budou elektrické parametry dvojlinky silně degradovány a funkčnost rádiového systému nemůže být zaručena

Vyzařovací kabel od kteréhokoliv výrobce tvoří produkt, který má svůj katalogový list se zaručovanými parametry. Parametry rádiového pokrytí zůstávají dlouhodobě stálé. Stovky realizací po celém světě toto potvrzují. V metru Praha byl v rámci pilotního projektu

instalován v roce 1999 vyzařovací kabel v tunelu v úseku IP – MU na trase „C“. Kontrolní měření provedená na kabelu v roce 2012 potvrzují jeho stálé a nezměněné parametry.

5 Aktivní ZPPRS s vyzařovacím kabelem v českých silničních tunelech

Tabulka 2 Aktivní systémy ZPPRS na území ČR a SR založené na techn. RCD Radiokomunikace spol. s r. o.

Table 2 Active ZPPRS systems in CR and SR based on RCD Radiokomunikace spol. s r. o. technology.

Název	Délka	Uvedení do provozu
Strahovský tunel	2 004 m	1997
Pisárecký tunel	510 m	1998
Letenský tunel	423 m	2002
Tunel Branisko (Slovensko)	4 975 m	2003
Tunel Mrázovka	1 260 m	2004
Tunel Horelica (Slovensko)	605 m	2004
Tunel Valík	390 m	2006
Tunel Panenská	2 000 m	2006
Tunel Libouchec	480 m	2006
Tunel Hlinky	312 m	2007
Tunel Klimkovice	1 100 m	2008
Komořanský tunel	1 900 m	2010
Lochkovský tunel	1 600 m	2010
Královopolský tunel	1 250 m	2012
Tunelový komplex Blanka: (Bubenečský tunel, Dejvický tunel a Brusnický tunel)	cca 6 400 m	Ve výstavbě (Plánované uvedení do provozu v roce 2015)
Tunel Prackovice	265 m	Ve výstavbě (Plánované uvedení do provozu v roce 2016)
Tunel Radejčín	620 m	Ve výstavbě (Plánované uvedení do provozu v roce 2016)
metro Praha, trasa V A (realizováno jako PBZ)	cca 11 500 m	Ve výstavbě (Plánované uvedení do provozu v roce 2015)

6 Závěr

Při projektování a výstavbě nových tunelů a dalších podzemních objektů, je třeba vždy pečlivě zvážit, zda v těchto prostorech budou dostatečné podmínky pro rádiové spojení záchranných složek. Vzhledem k používaným materiálům a umístění těchto staveb je velmi pravděpodobné, že téměř vždy bude třeba objekt doplnit zařízením, které komunikaci s okolím a v rámci objektu zajistí.

Zařízení pro posílení rádiového signálu s vyzařovacím kabelem lze projektovat jako požárně bezpečnostní zařízení, které si svou funkci zachová i při poškození některé ze svých částí.

Tento fakt je doložen stovkami instalací po celém světě, testy v nových úsecích pražského metra i praktickými zkušenostmi při požárech silničních tunelů.

7 Literatura

- [1] DANĚK, Libor, *Rádiové spojení složek IZS v rozsáhlých objektech*, 2015.
- [2] BEBČÁK, Petr a Jan ČAPEK. *Kabelové rozvody v požární bezpečnosti staveb*. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013, 69 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-137-8.
- [3] ČAPEK, Jan. *Rádiové spojení IZS v tunelech, podzemních garážích a obdobných prostorech* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2015-06-27]. ISBN 978-80-248-3495-5.
- [4] RCD Radiokomunikace spol. s r.o., RCM 110 00: Metodika měření 1¼“ vyzářovacího kabelu v průběhu spalování
- [5] *Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti*