

České vysoké učení technické v Praze
katedra Radiokomunikační techniky

Semestrální práce z předmětu 37MK

Zadání: Komunikace na železnici – GSM-R

Technologie GSM-R: mobilní síť ve službách železnice

Systém GSM se jako mobilní síť pro přenos hlasu osvědčil. Důkazem je jeho masové rozšíření a všeobecná obliba týkající se téměř celého světa. Proto byl systém vybrán jako budoucí komunikační a dispečinkový systém pro sektor železniční dopravy. Verze mobilního systému GSM pro železnice se označuje GSM-R, kde přidané písmeno R znamená zkratku anglického slova Railway – železnice. Zásadních rozdílů od klasického GSM je několik.

Předesílám, že se nejedná o žádnou horkou novinku. Systém GSM-R se zrodil v roce 1993 a na svědomí jej má mezinárodní unie železniční dopravy UIC (International Union of Railways). Technologie GSM-R spadá pod standard EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), který se týká evropského kontinentu a je vyvíjen ve spolupráci s evropskou standardizační autoritou ETSI. Česká republika se prostřednictvím společnosti České dráhy v roce 1997 podpisem memoranda MoU EIRENE (pro úplnost - MoU znamená Memorandum of Understanding) k projektu připojila, což bylo dále potvrzeno v roce 2000 podpisem dohody o implementaci. Dohody představovaly závazek budovat na železničních tratích nová rádiová zařízení podle standardu EIRENE, tedy potažmo GSM-R. Následně se u nás v dalších letech budoval první pilotní systém GSM-R.

GSM-R byl vypracován jako součást standardu GSM. Kmitočtové pásmo GSM-R bylo zahrnuto do radiových specifikací GSM. Systém GSM 900 má přidělená kmitočtová pásma 890 MHz až 915 MHz pro uplink (spojení mobilní stanice MS - základnová stanice BTS) a 935 MHz až 960 MHz pro downlink (spojení BTS - MS). Rozšířený systém GSM, označovaný EGSM (Extended GSM), má kmitočtová pásma související se systémem GSM 900 na spodních okrajích rozšířena o 10 MHz. Kmitočtová pásma GSM-R jsou 876 MHz až 880 MHz pro uplink a 921 MHz až 925 MHz pro downlink. Přičemž odstup kanálů u GSM je 0,2 MHz a duplexní odstup je 45 MHz.

Proč právě GSM

Pro výběr systému GSM jako mezinárodního systému pro komunikaci na železničních hovořilo mnoho faktorů. Především se systém v praxi dobře a dlouhodobě osvědčil. S tím souvisí i to, že zařízení pro systém vyrábí mnoho firem, díky tomu jsou zařízení běžně dostupná a za rozumné náklady. To platí pro antény a elektroniku základnových stanic, řídicí jednotky a další prvky síťové infrastruktury, ale i pro samotná koncová zařízení, která sice nejsou klasickým mobilům na první pohled příliš podobná, ale technologicky jsou podobná velmi. Na několik telefonních přístrojů pro GSM-R určených pro montáž do vlaků jsou zobrazeny na obr. 1. Na posledním obrázku v řadě je dokonce přímo kabina Pendolina, kde je telefon GSM-R s černým sluchátkem vidět na levé straně čelního panelu.



Obr. 1: Telefonní přístroje pro GSM-R a kokpit Pendolina s telefonem GSM-R

S letitým ostrým provozem GSM je spojeno také to, že je už vytvořeno a mnohokrát pro-
věřeno mnoho služeb, počínaje hovory a SMS až po různé způsoby přenosu dat. Navíc jsou
známé vlastnosti systému v terénu a jeho chování v různých prostředích. Všechny výše jme-
nované argumenty byly dostatečně silné na to, aby převážily několik víceméně drobných ne-
výhod GSM, k nimž patří vysoká složitost systému a pomalé sestavování spojení a také nepří-
liš vysoká spolehlivost. Vzpomeňme si, kolikrát vypadne signál při hovoru za jízdy autem,

o přenosu dat ani nemluvě. Samozřejmě pokud systém porovnáme se stávajícími, převážně analogovými systémy, je rozdíl přímo propastný, a to i v kvalitě hovorového signálu. Další předností GSM je jeho flexibilita při zavádění nových služeb a díky datovým technologiím a digitálnímu charakteru také snadno řešitelná spolupráce s jinými sítěmi. Pro uplatnění systému GSM v prostředí železniční dopravy, jež je z hlediska spolehlivosti komunikace velmi choulostivé, bylo potřeba původní systém náležitě upravit.

Rozdíly mezi GSM a GSM-R

Rozdílů mezi klasickým GSM a GSM-R není tolik a většina z nich se týká právě bezpečnosti a spolehlivosti. Základní princip a vlastnosti systému zůstávají stejné. Použitá modulace je také GMSK. Jeden z velkých rozdílů je ve způsobu pokrytí daného území. Na rozdíl od klasického GSM, se základnové stanice GSM-R snaží pokrýt jen omezené území v těsném okolí trati, a to co nejdůsledněji bez hluchých míst. Kvůli tomu jsou pro buňky GSM-R typické velké vzájemné překryvy dosahující až polovinu plochy buňky, které by u běžného plošného GSM byly neefektivní. To kvůli tomu, aby byla mobilní stanice obsloužena opravdu spolehlivě a v každém místě. Pokrytí se týká samozřejmě i tunelů, mostů a mnohdy komplikovaných úseků trati mezi kopci a skalami.

Vzhledem k tomu, že hustota uživatelů GSM-R nebude tak vysoká, mohou být buňky značně rozlehlé, přesněji řečeno dlouhé a úzké. Používá se tedy směrových antén na velmi vysokých stožárech, ukázky základnových stanic viz obr. 2. Způsob pokrytí souvisí i s úpravami systému GSM pro vyšší rychlosti pohybu mobilních stanic. Systém GSM-R zvládá i rychlosti přes 350 km/h, zatímco klasické GSM je navrženo do 250 km/h. U nás by běžné GSM ještě nějaký ten rok pohodlně stačilo, ale GSM-R se týká celé Evropy a v Německu nebo Francii se po železnici jezdí rychlostmi přes 300 km/h.

Další rozdíly jsou v nabídce služeb. Systém GSM-R dovoluje právě pro účely dispečinku nastavování stupňů priority sestavovaných spojení, to znamená, že některé typy hovorů jsou důležitější než jiné a mají přednost před těmi méně důležitými. U běžného GSM jsou si všichni uživatelé při běžných hovorech rovni. Další službou jsou skupinová spojení, kdy je možné spojení s celou předem definovanou skupinou uživatelů. To jsou vlastnosti převzaté z hromadných rádiových systémů.



Obr. 2: Anténní systémy pro GSM-R

A v neposlední řadě je u GSM-R rozdíl i v použitých kmitočtech. Pro železniční GSM jsou vyhrazena pásma pod intervaly pro klasické GSM, pro zopakování (876 ÷ 880) MHz pro uplink a (921 ÷ 925) MHz pro downlink. Šířka kanálů i další vlastnosti jsou stejné s GSM.

Vliv GSM-R na bezpečnost

Řidiči vlakových souprav, provozní dispečeri, řídicí pracovníci a posunovači jsou spolu ve spojení pomocí mobilních i odolných terminálů. Díky kamerám a datovému spojení přes GPRS získají strojvedoucí obrázky z přejezdů přímo na displej v kabině a zjistí, zda jsou spuštěny závory. Pomocí nového komunikačního systému lze také sledovat a statisticky vyhodnocovat jízdní vlastnosti vlakových souprav a přenášet tyto informace do řídicí centrály. Budou-li mít elektrické a mechanické části vozidel poruchu, můžou se v depu na nápravu včas

připravit. Na základě dynamických reakcí vozidel se získají data o vedení vlaku a stavu tratí. Energetický dispečer se nakonec postará o optimalizaci napětí v trakční síti a ohlíká spotřebu elektrické energie. Vyhne se tak penalizaci, kterou dráhy dostávají při překročení čtvrthodinového výkonového maxima od dodavatele elektrické energie.

Strojvedoucího lze varovat před nebezpečím v tunelech i v členitých částech tratí, v krajním případě je možné dálkovým povelům jedoucí vlak zastavit. V případě krizové situace dispečer vyšle příslušným pracovníkům výstražné znamení, které se přednostně zobrazí, ukončí jiné hovory v rámci GSM-R a zapojí se současně do konferenčního hovoru. Jednotlivé pracovní skupiny půjde lokalizovat podle místa - i mezinárodně, díky dohodě o zahájení výstavby GSM-R sítí, kterou v roce 1994 podepsalo 32 evropských železnic, ve snaze sjednotit dosud užívané komunikační systémy v železniční dopravě. Lokomotivy díky standardizaci a jednotnému kmitočtu už nepotkají dosud běžné problémy při přejezdu hranic, kdy komunikační systém jedné země nebývá schopen pracovat v zemi druhé, mění se lokomotivy a doprovedy.

K tomu, aby mohlo vozidlo jednoho dopravce projíždět po libovolných tratích v Evropě, je potřeba zajistit bezproblémový přechod mezi systémy řízení a zabezpečení železničního provozu. Nejednotnosti má odstranit Evropský systém řízení železničního provozu ERTMS (European Rail Traffic Management System), jehož součástí je kromě GSM-R (zajišťuje komunikaci jednotlivých subsystémů) také Evropský systém zabezpečení vlaků - ETCS. Strojvedoucí budou díky novému elektronickému zabezpečovacímu systému dostávat pokyny, jakou rychlostí můžou vlaky v závislosti na dopravní situaci a stavu trati jet. Pokud souprava rychlost překročí, začne vlak automaticky brzdit. S propočítáváním rychlosti a brzdných drah bude možné zkrátit mezi vlaky vzdálenosti a umožnit jízdu více souprav na jednom úseku. Jednou budou moci vlaky jezdit dokonce i bez strojvedoucích.

Situace u nás

V České Republice byla v rámci pilotního projektu pokryta první část železničního koridoru Děčín – Praha – Kolín. Stavbu, během níž se vybudovalo 37 základnových stanic na délce přes 200 km železničních tratí, zajišťovala společnost Kapsch Telecom. Nyní se systém testuje a zavádí se do postupně do zbylých tří hlavních koridorů, což by mělo být dokončeno do roku 2010 a postupně se předběžně počítá i s pokrytím dalších frekventovaných tras. To je ale vzhledem k nákladům na budování hudba budoucnosti, minimálně v horizontu deseti let. Naprosto stejný systém jako u nás se buduje nebo již plně funguje ve většině vyspělých evropských zemí, což významně napomáhá komunikaci při mezinárodní přepravě.

Základní charakteristika využití GSM-R

Železniční doprava je typický technologický proces, v němž je provozní komunikace vedena nejen mezi stacionárními účastníky, ale také mezi pevnými a mobilními objekty. Na úrovni mobilní komunikace a její spolehlivosti závisí značnou měrou výkonnost a bezpečnost celého dopravního systému. Rádiová zařízení jsou v současné době u železnice používána zejména v následujících aplikačních oblastech:

- místní rádiové sítě
- stuhové rádiové sítě podél tratí (je tvořena z provozních oblastí jednotlivých dílčích sítí řazených za sebou - pokrývá úzké dlouhé území)
- telemetrie a dálkové ovládání
- výstražná signalizace

Sjednocující se Evropa s liberalizací dopravního trhu, postavila před evropské železniční správy úkol výstavby rychlostních koridorů, překračujících hranice států a dosažení provozní propojenosti technickou harmonizací.

Základním problémem v mezinárodním železničním provozu byla nekompatibilita procesu řízení dopravy současných národních systémů a jim odpovídajících servisních složek infrastruktury.

GSM (Global System for Mobile Communication) je celulární radiotelefonní systém, patřící mezi systémy II. generace, které jsou plně digitální. GSM-R (GSM for Railway) je radiový systém, zajišťující potřebu mobilní komunikace pro evropské železnice. Poskytuje řadu dálkových, přenosových a doplňkových služeb a vlastností sítě. Tento systém je základním předpokladem interoperability a ekonomie provozu na transevropských tratích, překračujících hranice národních systémů řízení a zabezpečení jízd vlaků. Významné motivace pro výstavbu GSM-R jsou především zachování konkurenceschopnosti Českých drah, snižováním provozních nákladů a extrémní snížení nákladů na železniční infrastrukturu.

Síť umožňuje přenos datových informací s požadovanou rychlostí a zaručenou bezpečností přenosu, které systém pro řízení a zabezpečení jízd vlaků potřebuje. Přináší výhody pro tranzitní provoz vlakových souprav vybavených mobilní radiostanicí GSM-R na evropských koridorech

Dominujícím parametrem GSM-R, kromě zcela odlišných funkčních požadavků, které negarantuje klasická GSM síť, jsou zejména rychlost, spolehlivost a bezpečnost předání informace.

Shrnutí přínosu GSM-R

- Podpora ETCS (Evropský systém řízení jízdy vlaku)
 - Úspora provozních nákladů v mobilních komunikacích
 - Úspora nákladů ve výstavbě údržbě ostatních sítí úspory v odběru elektrické energie sledováním odběrových špiček
 - Rychlost, bezpečnost, včasnost, operativnost a spolehlivost spojení
 - Zvýšení bezpečnosti dopravy
 - Zvýšení dosažitelnosti pracovníků
 - Zvýšení propustnosti tratí
 - Snížení provozních nákladů na údržbu sítě
 - Úspora mzdových nákladů v důsledku méně početné obsluhy systému
 - Úspora v koridorových stavbách
-
- Zvýšení atraktivnosti železniční dopravy zavedením nových služeb cestujícím

Komerční využití

- Sledování zásilek
- Rezervace místenek ve vlaku
- Využití pro spediční firmy
- Pro účely JLV (Jídelních a Lůžkových Vozů)
- Mobilní kancelář ve vlaku
- Platby jízdenek a místenek ve vlaku (platby kartou, ověřování údajů atd.)
- Pronájem nevyužitých kanálů
- Přenosy dat
- Roaming k jiným operátorům