

Využití vlastností digitálních přenosových sítí pro řízení železničního provozu

Petr Kolář¹

Klíčová slova: komunikace, datové přenosy, traťové rádiové systémy, informační systémy, mobilní digitální síť GSM a GSM-R

1. Úvod

Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky vyhlásilo veřejnou soutěž na výběr projektů do programu TANDEM, který je zaměřen na podporu přenosu výsledků z úrovně základního, orientovaného výzkumu do úrovně průmyslového výzkumu a vývoje. České dráhy po vzájemné dohodě s firmami RADOM Pardubice, OLTIS Group Olomouc a Univerzitou Pardubice společně připravily podklady a zúčastnily se této soutěže. Projekt byl podán pod názvem „Využití vlastností digitálních přenosových sítí pro řízení provozu a zvýšení bezpečnosti železniční dopravy na nekoridorových tratích“. Projekt byl přijat a je ve spolupráci výše uvedených firem řešen s finanční podporou Ministerstva průmyslu a obchodu. Dle uzavřených smluvních podmínek bude projekt dokončen ke konci letošního roku.

Nosným cílem projektu je výzkum a vytvoření bezdrátové komunikační infrastruktury mezi mobilními terminály (např. umístěnými na hnacích vozidlech) a dispečerským nebo jiným řídicím centrem pro zajištění přenosu informací pro potřeby různých aplikací, zejména v oblasti řízení provozu na nekoridorových tratích a návrh, úpravy a tvorba těchto aplikací.

Tyto cíle budou naplněny prostřednictvím těchto dílčích úkolů:

- a) specifikace a vytvoření „obecné“ platformy pro přenos dat při využití technologií GPRS a CSD mezi mobilními terminály a terminály centrálních systémů včetně definice a implementace rozhraní pro napojení externích zařízení
- b) specifikace a vytvoření „obecné“ platformy systému umožňujícího hlasovou a datovou komunikaci na základě funkční či polohově závislé adresace
- c) rozšíření vozidlového terminálu o systém pro autentizaci strojvedoucího
- d) vizualizace polohy vlaků v dispečerských systémech s využitím informace o poloze vlaku z vozidlového terminálu
- e) přenos provozních dispozic, případně dispečerských příkazů a dalších informací souvisejících s řízením provozu na hnací vozidlo
- f) návrh modelu ekonomického řízení dopravy dle provozní situace
- g) návrh na úpravy provozních předpisů

Hlavním příjemcem podpory Ministerstva průmyslu a obchodu je firma RADOM Pardubice. České dráhy jsou na projektu jako spolupříjemce podpory a vystupují v roli koncového uživatele. Účast Českých drah na projektu představuje zejména zajištění:

¹ Ing. Petr Kolář, nar. 1960, Vysoká škola dopravy a spojů v Žilině, obor sdělovací a zabezpečovací technika v dopravě. Odbor strategie GR ČD a.s., Nábřeží L. Svobody 1222, 110 15 Praha 1

1. Ověření základních funkčních a komunikačních vlastností funkčních vzorů na vozidlových a stacionárních stanicích.
2. Testy, zkoušky a návrhy na úpravy SW a funkčních vzorů na základě průběžných výsledků.
3. Pilotní ověření systému a jeho vyhodnocení, návrh úprav pro frontální nasazení ověřovaného řešení.
4. Spolupráce při definici a realizaci vazeb na provozované systémy (GSM-R, TRS, dispečerské systémy, privátní železniční datová síť Českých drah, atd.)
5. Návrhy na úpravy provozních předpisů.

2. *Současný stav komunikace*

Současný stav je možné charakterizovat jako přechodný stav před zavedením úplného pokrytí signálem GSM-R národních železničních koridorů a efektivního pokrytí u vybraných tratí železniční sítě. Komunikaci mezi „pozemními“ (stacionárními) pracovišti řízení provozu a obsluhou hnacích vozidel (strojvedoucími) můžeme charakterizovat podle jednotlivých typů:

- **Hlasová komunikace** je na železniční síti provozována v několika nezávislých, technicky nekompatibilních systémech rádiové komunikace, jejichž provoz je do značné míry důsledkem historického vývoje. Tento stav znamená jistou roztržitost, kdy jedno pracoviště řízení provozu potřebuje pro spojení s hnacími vozidly několik stacionárních terminálových jednotek pro různé rádiové sítě.
- **Datová komunikace** mezi oběma komponentami řízení provozu je omezena jen na přenos vybraného souboru povelů a hlášení. Rozsáhlejší datová komunikace dosud není proveditelná, a to především z důvodu chybějícího koncového zařízení na pracovišti strojvedoucího (mobilního terminálu). Vývoj tohoto koncového zařízení je hlavním úkolem předkládaného projektu.
- **Osobní komunikace** (zejména pak předávání písemných rozkazů) tvoří navzdory zřejmým nevýhodám velmi důležitou součást technologie řízení provozu. Tyto formy komunikace měly v dřívější technologii řízení železniční dopravy naprosto prvořadý význam – jak je ostatně vidět i z předpisu D2 pro organizování a provozování drážní dopravy – dnes jsou již postupně nahrazovány modernějšími prostředky. Jejich nevýhodami je především pracnost, nutnost osobní obsluhy a chyby lidského činitele.

Pro uživatele (pracovníka řízení provozu) je celý systém značně nepohodlný, z pohledu obsluhy nejednotný, pracný a obtížně zapamatovatelný. Tento handicap se plně projevuje především při stresových situacích, jako jsou nehody a jiné mimořádné události nebo období provozní špičky, kdy komunikace v různorodých systémech znamená pro provozní pracovníky další zdroj nadbytečné zátěže.

3. *Rádiové systémy na železničních tratích v ČR*

Rádiové systémy pro potřeby železniční dopravy byly v minulosti vyvíjeny z důvodu zabezpečení potřebné hlasové komunikace pro účely zajištění a řízení

železniční dopravy, tedy komunikace řídicího pozemního personálu s obsluhou hnacích vozidel. Vývoj takovýchto zařízení, jenž probíhal poměrně odděleně na jednotlivých železničních drahách, dal vzniknout mnoha národním rádiovým systémům pracujícím v několika kmitočtových pásmech. Značná roztržitost a nekompatibilita v oblasti traťového rádia vedla již v počátcích ke snahám o jistou standardizaci, která na půdě Mezinárodní železniční unie UIC vyústila v doporučení UIC 751-3 (Technical regulations for international ground-train radio systems - Pravidla technického provozu mezinárodního vlakového rádiového spojení). Na základě těchto doporučení vzniklo několik národních verzí analogových systémů, které byly mezi sebou navzájem kompatibilní v základních parametrech (kmitočtové pásmo, kanálové skupiny, použitá modulace a základní signalizační tóny). Vždy se však jednalo o analogový systém určený pro hlasovou komunikaci. V naší republice z podnětu a za koordinace ČSD v rámci státního plánu technického rozvoje byl vyvinut traťový rádiový systém TESLA TRS. Vývoj byl úspěšně ukončen v roce 1994 a od té doby postupnou výstavbou se stal nejrozšířenějším traťovým rádiovým systémem, používaným v ČR.

Obecně historicky vzniklá rozmanitost národních systémů zapříčinila mnoho omezení při přechodu hranic mezi jednotlivými státy. Současnou snahou je vytvořit jednotnou evropskou železniční síť tak, aby národní omezení byla eliminována. Konečným cílem je zajištění interoperability v celém evropském železničním systému. Koncepce interoperability pro transevropskou železniční síť byla vytvořena počátkem devadesátých let. Její zásady byly zakotveny ve směrnici Evropské komise 96/48/ES – interoperabilita vysokorychlostního železničního systému a následně je pak tato oblast pro konvenční železniční systém zastřešena směrnicí 2001/16/ES. Obě pak byly novelizovány směrnicí 2004/50/ES. Hlavním cílem směrnice je náprava současného stavu standardizace doporučeními UIC, která nezaručují potřebnou kompatibilitu sítí správců národních železničních infrastruktur a kolejových vozidel provozovatelů drážní dopravy. Nástrojem pro dosažení tohoto cíle - harmonizace technických prostředků a procedur subsystémů řízení a zabezpečení železničního provozu - jsou TSI ERTMS (Technical Specification for Interoperability for European Rail Traffic Management System - Technické Specifikace pro Interoperabilitu Evropského systému řízení železničního provozu). Subsystém řízení a zabezpečení železničního provozu - TSI CCS se dále ještě odkazuje na technickou standardizaci - EIRENE (European Integrated Railway radio Enhanced Network).

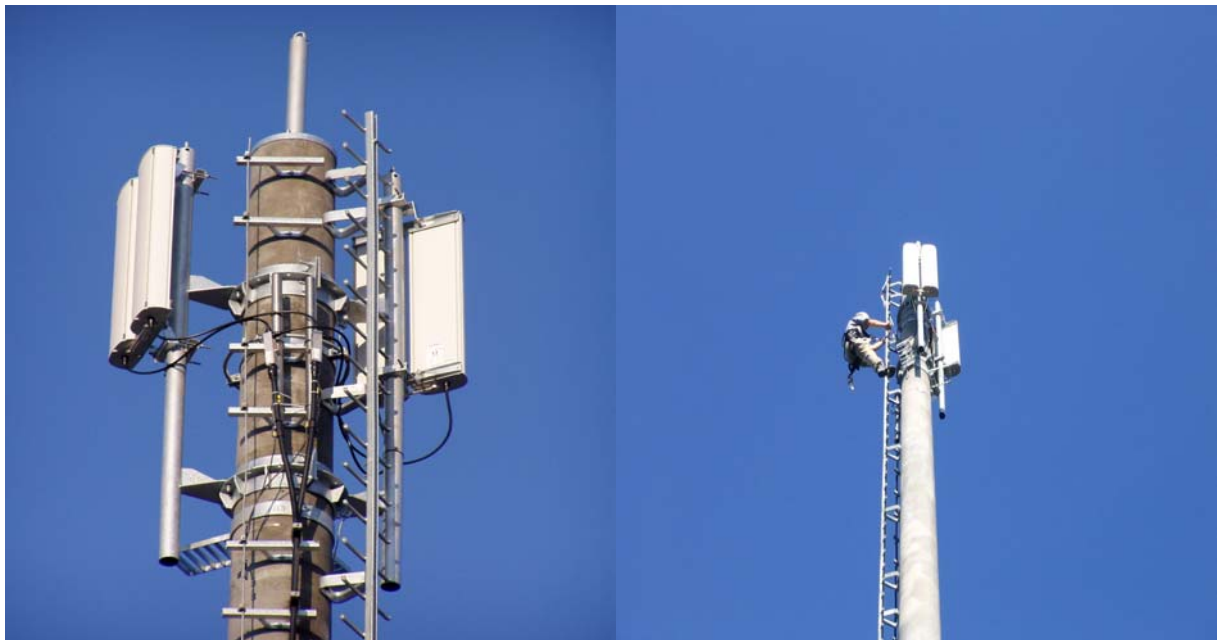
Jedním subsystémem ERTMS je globální mobilní síť pro železniční aplikace GSM-R. V roce 1992 byl vzhledem k parametrům a technologické vyspělosti zvolen dostupný a praxí ověřený standard GSM jako základní technologický prvek systému. Zkratka GSM označuje Global System for Mobile Communication neboli globální systém pro mobilní komunikaci. Jedná se o celosvětový standard pro takzvané celulární neboli buňkové sítě mobilních telefonů, mezi nimiž se uživatel může během hovoru (navázaného spojení) pohybovat. Patří mezi systémy II. generace, které jsou plně digitální. Ve spolupráci s evropskou správou pro využití kmitočtů CEPT bylo v roce 1995 vyhrazeno v pásmu 900MHz příslušné kmitočtové spektrum pro neveřejný systém mobilní komunikace výhradně pro potřeby železničního provozu. Systém je označován GSM-R (Global System for Mobile communication – Railway). Konkrétně je vyhrazeno samostatné evropsky jednotné kmitočtové pásmo UIC 876-880 MHz (uplink) / 921-925 MHz (downlink). Jedná se o novou generaci digitálního rádiového systému, který nabízí mnohem širší využití než fónickou komunikaci, hlavně na bázi datových přenosů se otvírá široké pole pro využití nadstavbových

aplikací. Dominující předností sítě GSM-R je garantované pokrytí železniční infrastruktury signálem se zaručenými parametry, tedy spojení s mobilními terminály

po celém traťovém úseku. Kromě odlišných funkčních požadavků, které negarantuje klasická veřejná síť GSM, jsou zejména rychlost a spolehlivost předání informace další výhodou sítě GSM-R.

Nejdůležitějšími vlastnostmi komunikačního systému GSM-R jsou:

- Přenos datových informací s požadovanou rychlostí a zaručenou bezpečností přenosu, které systém pro řízení a zabezpečení jízd vlaků potřebuje
- Tranzitní provoz vlakových souprav vybavených mobilní radiostanicí GSM-R na evropských koridorech
- Hlasovou komunikaci s mnoha specifickými požadavky pro železniční dopravu (prioritní komunikace, regulovaný přístup, funkční adresace, adresace v závislosti na poloze, skupinové a oběžníkové volání, nouzové volání,....)



Obr. 1: Anténní systém sítě GSM-R

V řešení přenosu dat mezi pozemními informačními systémy řízení provozu (IS ŘP) a mobilními terminály na hnacích vozidlech lze využít i přenos po veřejné síti GSM komerčního operátora. Síť veřejného komerčního operátora ve srovnání s privátní železniční sítí GSM-R má ale pro uvažované řešení následující nevýhody:

- veřejný charakter – hrozí zde rizika snadného odposlechu nebo falšování zpráv (zejména u SMS zpráv), dále přenos zpráv významných pro řízení železničního provozu (i když se nejedná a nesmí jednat o kriticky důležité zprávy pro zabezpečení jízdy vlaků) probíhá po veřejné síti, často zahlcené běžným provozem, což může vést k nižší spolehlivosti komunikace
- komunikační protokoly – vzhledem k veřejnému charakteru sítě je třeba zvážit autentizaci každé zaslané zprávy, která znamená vyšší komunikační režii, případně i její šifrování

- tarifkace – zejména varianta SMS zpráv je v sítích veřejných operátorů tarifkována cenou, která vzhledem k uvažované frekvenci a objemu zpráv by

znamenal poměrně vysoké provozní náklady. Cena se ale samozřejmě bude odvíjet od jednání s příslušným operátorem (bude záviset na specifických požadavcích pro konkrétní aplikace, využití příslušných tarifních nástrojů apod.).

4. Zobrazovací a komunikační jednotky na hnacích vozidlech

Současné možnosti přenosu a zobrazení dat, vzniklých v „pozemních“ IS ŘP na pracoviště strojvedoucího (na hnacím vozidle), respektive možnosti přenosu dat vzniklých nebo naměřených na hnacím vozidle zpět do pozemních informačních systémů, jsou značně omezené, zvláště pokud se to týká on-line přenosů. Datová komunikace mezi pozemními IS ŘP a hnacími vozidly dosud z velké části chybí, zejména z důvodu absence vhodného, plošně rozšířeného mobilního terminálu.

V současné době jsou z převážné většiny hnací vozidla osazena mobilní jednotkou rádiového systému TRS, který je hlavně určen pro potřeby hlasové komunikace. Je to analogový systém, který je pro účely datové komunikace mezi pozemními IS a hnacími vozidly technicky nepoužitelný, což je jedním z důvodů stále vysokého podílu hlasové a osobní komunikace na celkové výměně informací mezi pracovišti řízení provozu (zejména výpravčími a dispečery) a obsluhou hnacích vozidel (strojvedoucími).

V letošním roce bylo vybaveno 106 hnacích vozidel radiostanicemi GSM-R a tím se podařilo dosáhnout celkového počtu cca 150 digitálních radiostanic osazených na hnacích vozidlech, které lze využít k datovému přenosu. V dalších letech bude postupně v tomto trendu pokračováno. Současně na nově dodávaná hnací vozidla jsou výrobcem již osazovány zobrazovací jednotky určené především pro účely diagnostiky, případně pro ovládání některých technických zařízení vozidla.

Mobilní terminál FXM20

Firma RADOM Pardubice vyvinula univerzální mobilní terminál pod označením FXM20 (viz. obr. 2 a 3), který umožňuje komunikaci v infrastruktuře železniční sítě GSM-R, v analogovém rádiovém systému TRS a veřejné mobilní síti GSM. Kromě hlasové komunikace umožňuje také zasílání a přijímání informací a povelů mezi hnacím vozidlem a pozemním dispečerským pracovištěm, včetně nouzových povelů jako je funkce individuální a generální STOP.

Důvodem vývoje vozidlového terminálu FXM20 byla potřeba řešit přechodné období migrace mezi analogovým systémem TRS a digitálním systémem GSM-R tak, aby bylo nalezeno co možná nejefektivnější a finančně nejméně nákladné řešení. Vznikl tak systém, který řeší radiovou komunikaci v digitálním systému GSM-R, umožňuje provoz v síti veřejného operátora GSM a lze také z ovládací skříňky ovládat analogovou radiostanicí systému TRS. Ovládací skříňky vozidlového terminálu FXM20 plnohodnotně nahrazují ovládací skříňky V047 lokomotivních souprav systému VS47 a umožňují tak ovládání analogové radiostanice systému TRS VS47, tak i ovládání analogové simplexní radiostanice sítě 160 MHz. Ovládání

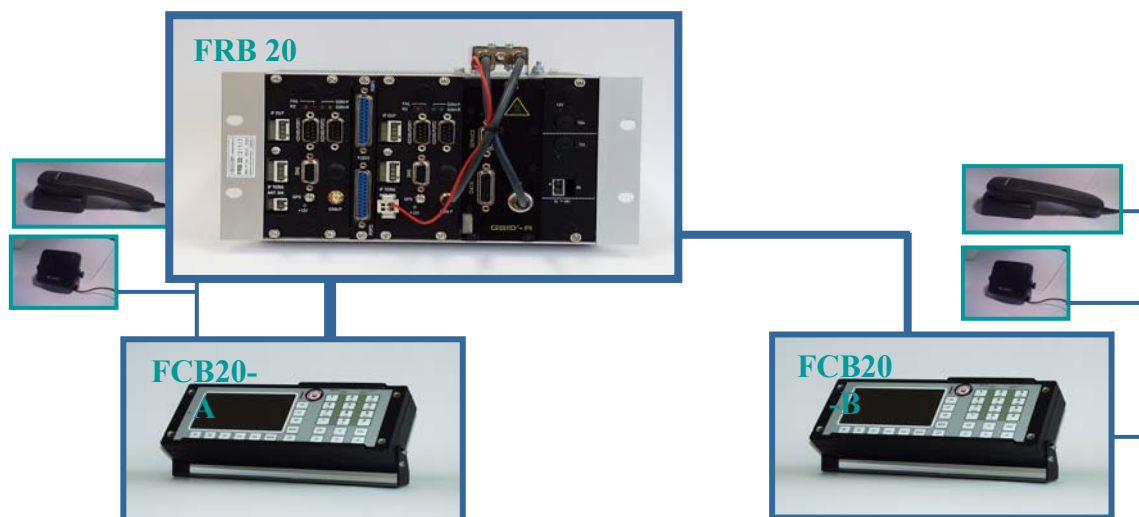
mezi zařízením a obsluhou probíhá přes čelní panel ovládací skříňky , na kterém je grafický displej a membránová klávesnice. Grafické rozhraní ovládací skříňky, označené FCB20, odpovídá specifikacím EIRENE systém Requirement Specification verze 15 (Specifické požadavky verze 15) a splňuje požadavky interoperability. Součástí vozidlového terminálu je na stanovišti strojvedoucího také mikrotelefon a externí reproduktor.

Celá souprava vozidlové stanice FXM20 je navržena jako modulární systém, jehož jednotlivé bloky jsou mezi sebou propojeny sériovou sběrnicí. To umožňuje celou řadu různých provedení lišících se funkcí a samozřejmě i cenou. Konstrukčně je souprava řešena formou dvou ovládacích skříněk FCB20 pro obě čela vlaku a vlastním blokem rádia FRB20. Ovládací skříňky jsou vybaveny jednak rozhraním pro komunikaci prostřednictvím analogové radiostanice systému TRS VS47, jednak rozhraním pro komunikaci pomocí bloku digitálního rádia FRB20 a rovněž sériovým rozhraním RS232 pro diagnostiku a konfiguraci zařízení.



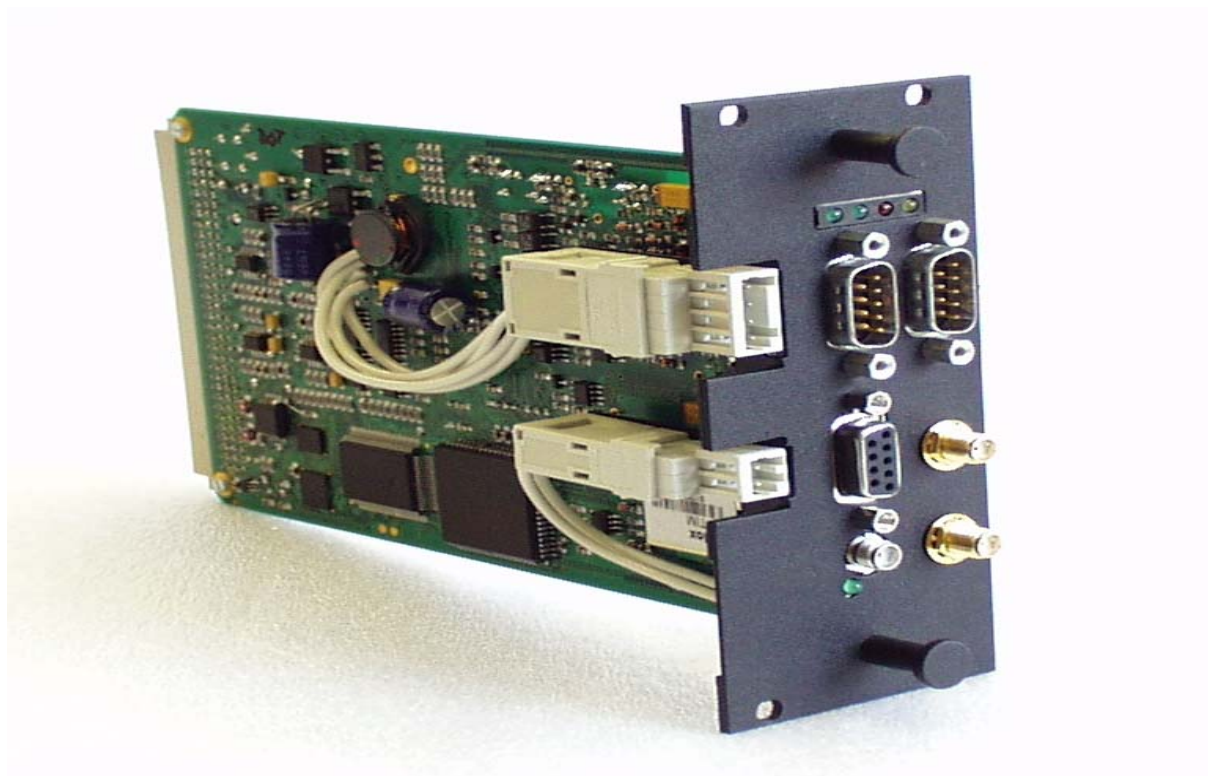
Obr. 2: Příklad grafického zobrazení na mobilním terminálu FXM20

Blok rádia FRB20 je řešen formou 10" vany pro zásuvné moduly standardního formátu EURO. Vždy je osazována karta napájecího zdroje s DC/DC konvertorem pro palubní síť 110Vss, 48Vss nebo 24Vss. Pro hlasovou komunikaci slouží speciální zásuvná karta pro hlasové přenosy. Ta je vybavena jedním modulem a SIM kartou pro radiový provoz v síti veřejného operátora GSM. Pro provoz v síti GSM-R je osazen modul MT2 firmy Kapsch s vysílacím výkonem 8W. Deska pro hlasové přenosy je rovněž vybavena průmyslovým modulem GPS, který slouží pro zjišťování aktuální polohy vlaku. Moduly GSM a GSM-R je možné sdružit do jedné antény umístěné na střeše vozidla.



Obr. 3: Vozidlový terminál FXM20

Hardwarově shodnou kartou jako pro hlasové přenosy lze blok rádia FRB20 osadit i kartou pro datové přenosy (obr. 4). Přenosy jsou realizovány technologií GPRS. Pro přenos rutinních příkazů a hlášení, stejně jako pro přenos zpráv nutných pro přihlašování vozidla pod číslem vlaku, je použita technologie SMS zpráv. U nouzového zastavení vlaku je SMS zpráva doplněna, z důvodu spolehlivosti, o datové volání. Priority hovorů u veřejného operátora jsou řešeny na úrovni služeb poskytovaných v rámci balíčku Integrovaného Záchraného Systému (IZS).



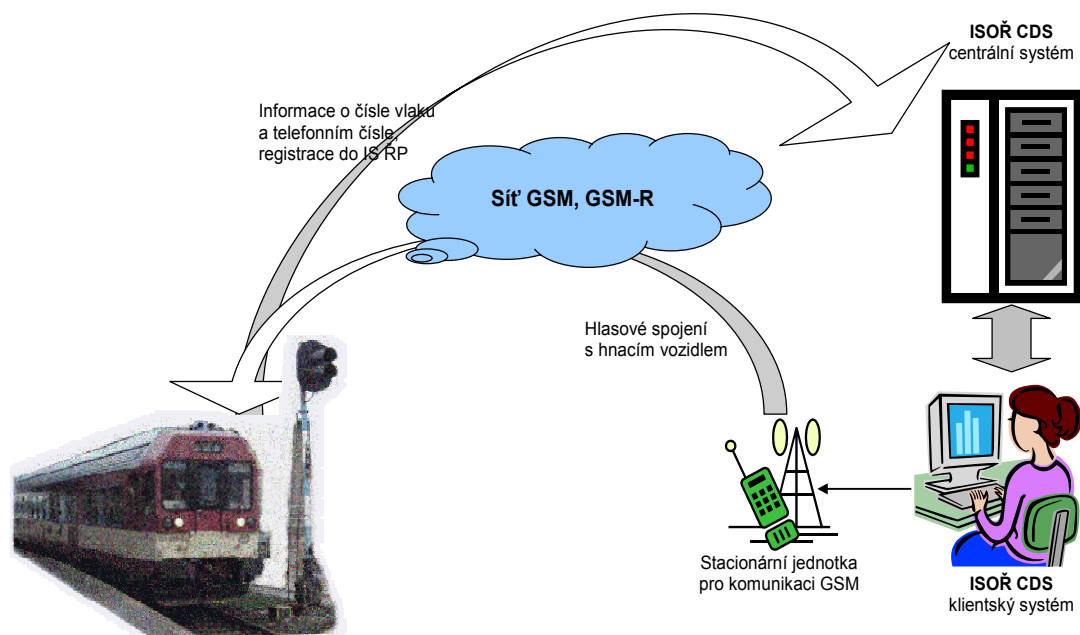
Obr. 4: Karta pro datové přenosy

5. Možnosti komunikace v informačních systémech řízení provozu (IS ŘP)

Pro provoz v síti veřejného operátora GSM slouží systémová nadstavba, která umožňuje zejména přihlašování strojvedoucích k příslušnému traťovému dispečerovi, přenos rutinních příkazů a rutinních hlášení z nebo do vozidla a samozřejmě hovor. Dispečerské pracoviště je řešeno formou softwarové aplikace RTDisp pro PC na platformě MS Windows a externí hlasité soupravy s integrovaným napájecím zdrojem a komunikačním GSM modulem.

Aplikace řízení provozu jsou do značné míry připraveny na integraci prostředků hlasové komunikace s hnacím vozidlem. Dořešena a plně funkční je komunikace hlasového terminálu s hnacím vozidlem, ovládaná z aplikace ISOR VD, která je postavena na následujících mechanismech (viz. obr. 5):

- Strojvedoucí zadá na mobilní jednotce číslo vlaku
- Mobilní jednotka přenese po síti GSM informaci do IS ŘP
- Klient (na pracovišti řízení provozu) načte informace o přiřazených telefonních číslech z centrálního systému
- Na vyžádání klienta je možné zahájit hlasovou komunikaci s hnacím vozidlem prostřednictvím stacionární jednotky GSM s vytáčením čísla na povel z PC

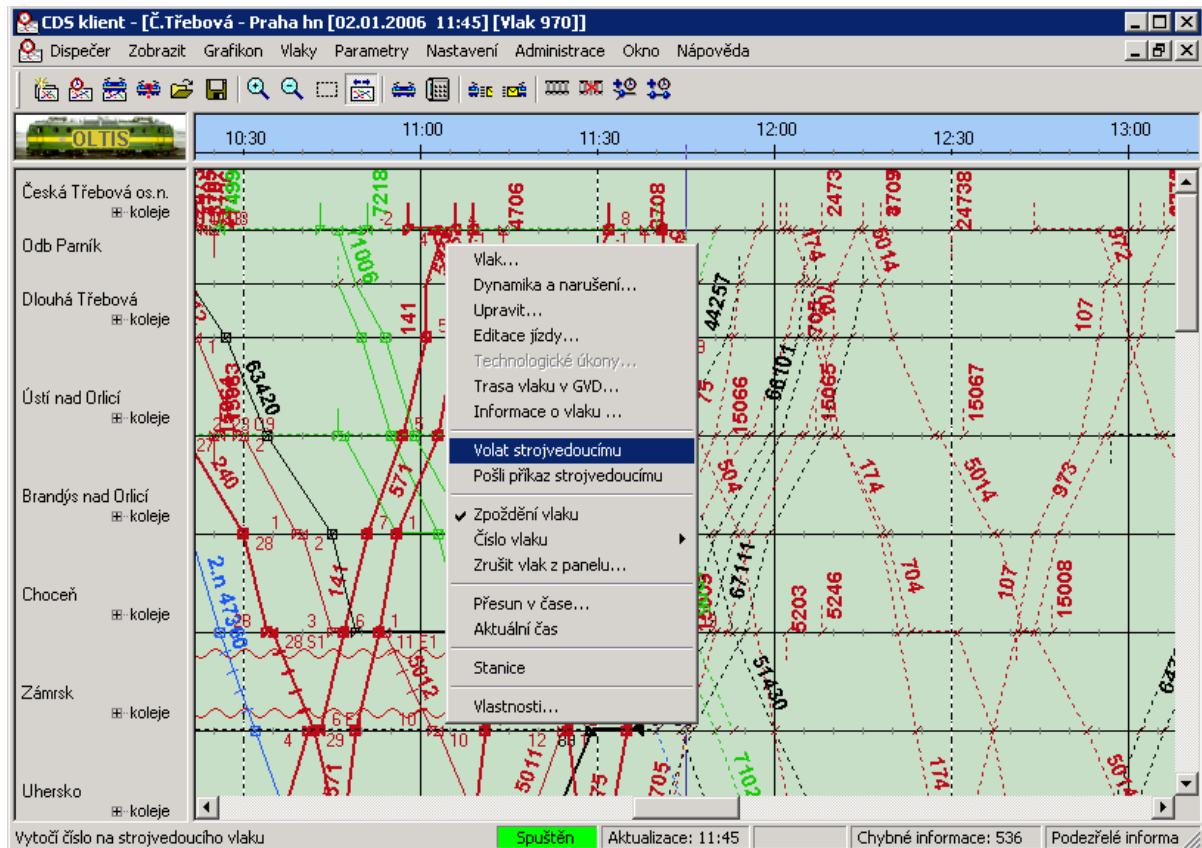


Obr. 5: Dosavadní možnosti komunikace s hnacími vozidly z aplikací řízení provozu

Rozhraní na tyto komunikační mechanismy je ve své současné podobě integrováno do informačních systémů řízení provozu; funkčnost řešení byla otestována v aplikaci ISOŘ VD (Informační systém operativního řízení, vlakový dispečer), CDS (Centrální dispečerský systém) klient, jejíž panel s místní nabídkou obsahující příkaz pro volání strojvedoucímu zachycuje obr. 6.

Požadavky na nově navrhované řešení pro datovou komunikaci mezi „pozemními“ pracovišti řízení provozu a obsluhou hnacích vozidel (strojvedoucími), respektive jejich mobilními terminály, by mělo splňovat následující předpoklady:

- Zasílání zpráv formou nespojovaného přenosu (bez aktivní přítomnosti obou stran, jako například při zaslání mailu nebo SMS)
- Trvalé zobrazení zpráv na mobilním terminálu u strojvedoucího
- Zvýšení komfortu obsluhy a sjednocení relevantních informací do jediného místa
- Potvrzení příjmu oprávněným pracovníkem (strojvedoucím), včetně potvrzení integrity (celistvosti a neměnnosti) zprávy a autenticity (pravosti)
- Využití digitálních přenosových sítí GSM-R a GSM
- Maximální integrace do stávajících informačních systémů řízení provozu



Obr. 6: Příkazy pro hlasovou komunikaci s vozidlovým terminálem na hnacím vozidle v místní nabídce ISORŘ CDS Klienta

Pro datovou a hlasovou komunikaci, v souladu s uvedenými požadavky, předpokládáme, že budou využity následující komponenty řešení:

- Hnací vozidlo – mobilní jednotka, vozidlový terminál FXM20
- SMS zprávy nebo datové pakety GPRS v síti GSM-R nebo GSM
- „pozemní“, stacionární přijímající PC (centrální server)
- komunikační server (Communicator)
- modul převodu informací GPS (pro informace o poloze vlaku z GPS)
- modul převodu zpráv do formátu vhodného pro zobrazení na mobilním terminálu
- síť LAN s centrálními systémy ISORŘ Server, aplikační server ISORŘ CDS, Databáze Oracle, aplikační server CDS
- klienti CDS a ostatní systémy IS ŘP

Technicky bude komunikační spojení vedeno přes datovou síť ČD. Ústředna této sítě (respektive centrální servery systému ISORŘ CDS) bude evidovat přihlášené vlaky v systému a bude vést pevný seznam ostatních účastníků. Při předávání dat mezi mobilním terminálem na hnacím vozidle a informačními systémy řízení provozu bude probíhat výměna následujících typů zpráv:

- Zadání čísla vlaku a žádost o registraci v systému

- Žádost o spojení z klientské aplikace na hnací vozidlo
- Oznámení nemožnosti spojení (z komunikačního rozhraní do klientské aplikace)
- Rutinní příkazy na hnací vozidlo z IS ŘP

- Hlášení z hnacího vozidla (automaticky generované informace nebo zprávy zadané strojvedoucím)
- Kvitance
 - kladné – potvrzení správného příjmu a registrace zprávy
 - záporné – nemožnost spojení, vlak není přihlášen v systému, špatné číslo vlaku apod.
- Potvrzení příjmu strojvedoucím

Veškerá obsluha a administrace komunikace s hnacím vozidlem bude do IS ŘP plně integrována. Pro uživatele bude spojení s hnacím vozidlem, jak volání tak i přenos dat, včetně potřebných překladů telefonních čísel plně transparentní.

Vzhledem k výše uvedeným přenosovým prostředkům je podmínkou pro úplný, plnohodnotný provoz navrhovaného řešení, aby v bezdrátové síti GSM-R a GSM mohly být využívány SMS služby a datové přenosy GPRS. V rámci stavby „GSM-R, dokončení I. NŽK“, jejíž předání je naplánováno na začátek roku 2009, byla již privátní železniční síť GSM-R doplněna o obě zmiňované služby a tím je vytvořen předpoklad pro úspěšné využívání navrhovaných aplikací. Navrhovaná technologie se potom stane velmi přínosnou pro řízení železniční dopravy, a současně bude představovat významné uplatnění budované železniční sítě GSM-R pro potřeby řízení provozu. Do doby rozšiřování sítě GSM-R na další úseky železniční infrastruktury je možné uvažovat s přenosy dat formou SMS zpráv nebo GPRS v síti veřejného operátora, a to za podmínky příznivé tarifkace přenosu dat. Z obou uvedených technik se jeví vhodnějším datový přenos GPRS, a to jak z důvodu příznivější tarifkace, tak i z důvodu méně náročného vybavení na straně příjmových serverů.

6. Aplikace pro datové přenosy

V rámci projektu byl postupně proveden výběr aplikací, které přicházely do úvahy pro zpracování minimálně na úrovni vstupní analýzy. Následně pak byl proveden výběr nejvhodnějších aplikací k řešení a k otestování v přímo v železničním provozu. Výchozím materiálem pro tyto účely byl „Katalog aplikací v síti GSM-R“, který byl zpracován Aplikačním týmem ERTMS. Zde jsou uvedeny jednotlivé aplikace.

1. Přenos a vizualizace polohy vlaku – přenos informací o poloze vozidla získané pomocí GPS přijímače do centrálního informačního systému a následné využití získané informace v dalších informačních a řídicích systémových aplikacích.
2. Pracovní místo strojvedoucího – jedná se o přenos provozních dispozic, jízdního řádu, případně rozkazů a dalších informací. Přenos informací z centrálního informačního systému do mobilních aplikací (provozní dispozice, sešitové jízdní řády, pomalé jízdy, apod.).
3. Automatická identifikace strojvedoucího – identifikace strojvedoucího pomocí čtecího zařízení čipové karty, předpokládá se využití In-karty tzv modré karty.

4. Elektrodispečer, energetické a ekonomické řízení dopravy – datové přenosy o energetické náročnosti elektrických vozidel, přenosy pro účely regulace a stabilizace napětí v trakční síti a tím zajištění kvality trakčního napájení, u nezávislé trakce především kontrola stavu pohonných hmot.
5. Automatizované pracoviště strojmistra – on-line propojení pracoviště strojmistra s pracovištěm strojvedoucího, podpora plánování oběhů a umožnění operativních změn.
6. Diagnostika a technický stav vozidel – přenos naměřených a zpracovaných dat do informačních systémů, aktuální přehled o technickém stavu vozidel.
7. Aktivní odstavení hnacího vozidla – zajištění pohotovostního stavu vozidla, kdy na hnacím vozidle nemusí být přítomna obsluha a přesto je možné provozovat pohotovostní monitoring a dálkové ovládání určitých funkcionalit.
8. Informační systém soupravy osobního vlaku – návaznost přenosové technologie na systém ARES, přenos informací o zpožděních, přípojích, příjezdu k nástupišti apod.
9. Přenos informací z rychloměru – náhrada off-line přenosů dat, v současnosti realizovaných přes fyzické připojení laptopu na hnacím vozidle. Datové informace z rychloměru, vždy po ukončení výkonu strojvedoucího nebo vozidla, se přenesou do informačního systému, odkud budou přístupné pouze pro oprávněné uživatele.

Přenos a vizualizace polohy vlaku

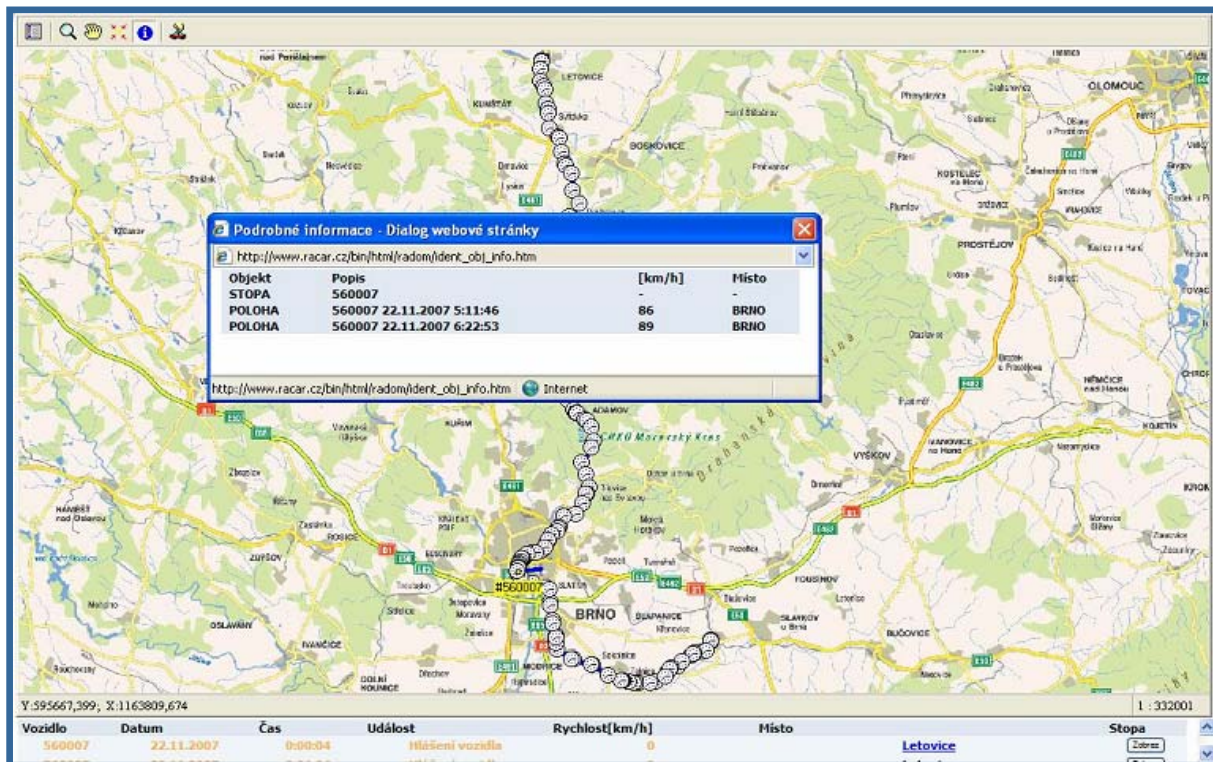
Aplikace umožňuje sledování vlaku v reálném čase na mapovém portále. Informace o poloze vlaku mají význam pro procesy řízení provozu obecně. Informace z GPS lze využívat jako doplňkového kontrolního údaje, například jako zdroj častějších informací než pouze informace z dopravního nebo jako detekce zastavení vlaku na trati. Přenos těchto informací umožní přesnější a kvalitnější řízení železničního provozu, urychlí ošetření mimořádných událostí (zastavení vlaku) a poskytne zpětnou vazbu ohledně přesnosti dat v IS ŘP. Dosavadní sběr informací je postaven na železniční dopravní síti, kterou tvoří pouze dopravně významná místa jako jsou stanice, výhybny, zastávky. Aktuální informace z hnacího vozidla umožní:

- sledování přesné polohy i mezi dopravními body, což je důležité zejména na vedlejších tratích, kde jsou velké kilometrické i časové vzdálenosti mezi dopravními body
- detekovat mimořádný stav u zastavení na trati, dosud nelze zajistit jiným způsobem než hlášením od strojvedoucího
- kontrolu správnosti a přesnosti informací v „pozemních“ informačních systémech, využití jako doplňkového zdroje dat
- možnost sledování vozidel např. při posunu, obsluze vleček, posunu mimo dopravnu, v depu apod., tj. obecně na jiných výkonech než je jízda vlaku
- využití pro dopravce, umožní mu sledování polohy hnacího vozidla v jeho vlastnictví

Jedná se o jednosměrný přenos dat – pouze z hnacího vozidla do „pozemního“ informačního systému. Mobilní jednotka odesílá ve stanovených intervalech polohu vlaku podle GPS přijímače a „pozemní“ systém zajistí konverzi přijaté informace na informaci „880 Poloha vlaku podle GPS“ a dále na „080 Jízda vlaku“. Zdrojem dat je tedy mobilní jednotka, cílem je systém ISOR CDS. Datový přenos se předpokládá o objemu 0,1 až 0,2 kB s periodicitou 10 sekund až 1 minuty.

Informace o poloze vlaku jsou pro účely řízení provozu spolehlivé, věrohodné a dostatečně přesné, nedostačují ale pro potřeby určení čísla koleje, rozptýl dat je velmi blízký osové vzdálenosti kolejí. V rámci dalšího rozvoje lze uvažovat s využitím aplikace pro kontrolu nebo doplnění dat získaných pozemní cestou. Očekává se její

úspěšné zapracování do aplikací v informačních systémech jako je například vazba na archivní úlohy – ISOR APD, odúčtování výkonů, apod.



Obr. 7: Příklad zobrazení na mapovém portálu

Pracovní místo strojvedoucího, přenos provozních dispozic

Tato aplikace má za cíl zkvalitnění, zpřesnění a rozšíření informací, přenášených od pracovníků řízení provozu ke strojvedoucím hnacích vozidel. Dosavadní přenos informací je formou osobního předání písemných rozkazů, případně čistě fónická komunikace přes rádiové systémy. V nové podobě bude systém strojvedoucímu umožňovat okamžitý přístup k jízdnímu řádu i rozkazům platným pro daný vlak, a výpravčím nebo dispečerům bude umožňovat přenos jakýchkoli textových pokynů. Nutným požadavkem pro přenosy související s bezpečností provozu je autentizace vysílání i příjmu a potvrzení zprávy strojvedoucím.

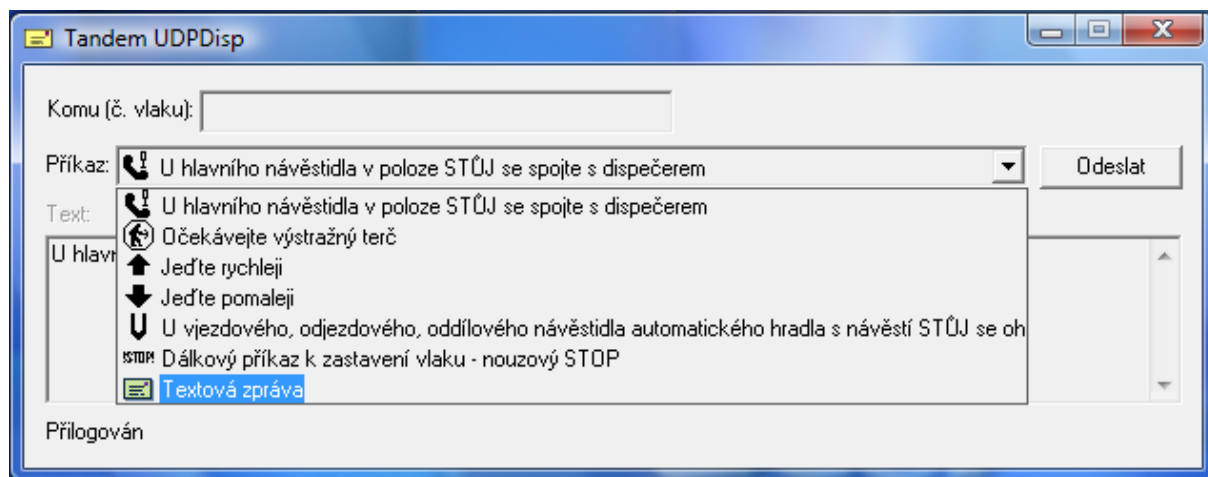
Aplikace bude využívána především pro:

- zpravování vlaků o mimořádnostech, (pomalé jízdy včetně dočasných a neoznačených, neplatnost návěstidel, snížení rychlosti, jízda odklonem, mimořádné zastavení apod.)

- přenos jízdních řádů vlaku při jízdě odklonem (výluky, nehody, mimořádnosti)
- přenos jízdních řádů mimořádně zavedených vlaků (např. strojních jízd, vlaků soukromých dopravců apod.)

- přenos provozních dispozic pro operativní řízení provozu – přenos doplňkových textových pokynů, u kterých není striktní požadavek spolehlivosti a bezpečnosti přenosu

Z pohledu řízení železničního provozu se asi bude jednat o jednu z nejdůležitější aplikací, která povede ke sjednocení, zpřehlednění a zpřesnění informací pro strojvedoucího, a tím pádem ve svém důsledku i ke zvýšení bezpečnosti, přesnosti, plynulosti a spolehlivosti železničního provozu. Informace o jízdě vlaku, jako je jízdní řád a zejména rozkazy, jsou dnes generovány nebo pořizovány do odpovídajících IS ŘP, jejich přenos na hnací vozidlo se ale děje téměř výhradně klasickým papírovým způsobem – osobní předání rozkazu výpravčím. Jistý problém představuje také diktování rozkazů na tratích vybavených DOZZ. Z konceptuálního pohledu tyto informace vznikají u výpravčího, případně u jiného pracovníka s odpovídající funkcí (dirigující dispečer D3, dispečer DOZZ) a jejich cílem je strojvedoucí. Tyto informace slouží tedy ke zvýšení plynulosti železniční dopravy, k vyšší vzájemné informovanosti strojvedoucích a pracovníků řízení provozu. Nové řešení bude integrováno do stávajících aplikací řízení provozu (zejména ISOŘ VDS, CDS, APM Dopravní kancelář). Vzniklé informace jako jízdní řád, rozkaz nebo jiný pokyn zde nebudou vytištěny, nýbrž přeneseny na hnací



vozidlo bezdrátovou mobilní sítí.

Obr. 8: Příklad uživatelského rozhraní na straně dispečera

Cílem dat je mobilní terminál strojvedoucího, kde je nutné všechny přijaté informace ve vhodném formátu zobrazit. Příjem rozkazu a jízdního řádu je nutné potvrdit. Komunikační mechanismy musí přitom zajistit neporušenost zprávy při přenosu, legislativní podmínky musí stanovit povinnost strojvedoucího přečíst celou zprávu a poté ji osobně potvrdit. Datový přenos se v průměru předpokládá o objemu 1 až 10 kB s periodicitou řádově 10x denně u jednoho hnacího vozidla v závislosti na provozu a mimořádnostech v dopravě.

Automatická identifikace strojvedoucího

Vozidlový terminál je na hnacím vozidle doplněn čtečkou karet, která je připojena k ovládací skříňce FCB20 pomocí portu RS232 s přenosovou rychlostí 9,6 kB. Pro identifikaci strojvedoucího je využívána čipová In-karta tzv. modrá karta, kterou má každý strojvedoucí. Po zapnutí vozidlové radiostanice FXM20 je obsluha vyzvána textem na obrazovce ovládací skříňky k přiložení identifikační karty k čtečce karet. Po přiložení je zpracována zpráva o identifikaci, která je následně zaslána do informačního systému. Po vypnutí vozidlového terminálu dojde automaticky k odhlášení a po opětovném zapnutí je nutné provést znovu identifikaci přiložením karty a to i v případě krátkodobého výpadku napájení. Po přihlášení jsou všechny úkony registrovány pod přihlášeným obsluhujícím strojvedoucím, který má plnou zodpovědnost za provedené úkony.

Elektrodispečer, energetické a ekonomické řízení dopravy

Aplikace sleduje cíl návrhu modelu ekonomického řízení dopravy podle provozní situace. Sběr dat z hnacího vozidla a jejich okamžitý bezdrátový přenos do pozemního informačního systému umožní kvalitnější a přesnější rozhodování, ať už formou osobního rozhodování dispečera, expertního návrhu nebo poloautomatického rozhodování, uvažovaného v pozdějších etapách řešení Informačního systému energetiky. Úkolem této aplikace je proto přenos informací potřebných pro řízení energetické spotřeby dopravy a pro optimální řízení provozu na základě energetických, ekonomických a dalších kritérií.

Budou uvažovány následující přenosy:

- z hnacího vozidla do pozemních informačních systémů - informace o spotřebě elektrické energie resp. paliva (z certifikovaných měřidel, samozřejmě budou-li na hnacím vozidle instalována)
- z hnacích vozidel do pozemních informačních systémů - další podpurné informace: rychlost, zrychlení, jízdní odpory a další (bude-li je možné změřit)
- z pozemních informačních systémů na hnací vozidla - instrukce elektrodispečera (omezení odběrového maxima, příkaz ke zpomalení/zrychlení/jízdě výběhem apod.)

Datový přenos se předpokládá o objemu řádově 0,1 kB s periodicitou řádově 1x za minutu směrem z HV do IS a opačným směrem 10 až 100x denně u jednoho hnacího vozidla. Tuto aplikaci lze uvažovat jako výhled do budoucnosti, přičemž je nutné pro ni zpracovat komplexní analýzu.

Automatizované pracoviště strojmistra

Aplikace má za cíl zkvalitnění komunikace mezi strojvedoucím a strojmistrem, lokomotivním či provozním dispečerem. Největší přínos bude mít pro zavádění mimořádných vlaků, pro řešení odklonů, mimořádností a nahodile vzniklých operativních změn v plánu směny (nasazení hnacích vozidel na vlaky, změny v pracovní směně strojvedoucího, různé další pokyny a dispozice vzniklé při hospodaření s hnacími vozidly nebo s četami, jako je vystřídání čety, mimořádný přeprah, odstavení hnacího vozidla pro poruchu apod.). Prostředkem pro tyto cíle bude přenos informací z dispečinku dopravce na hnací vozidlo. Informace o pracovní směně strojvedoucího a nasazení na vlaky jsou dosud vedeny jen v „pozemních“ informačních systémech – zejména ISOŘ ŘVD a APS (Automatizované pracoviště

strojmistra). Odtud jsou informace předávány na hnací vozidlo pouze nedatovou cestou – ústně, osobně strojvedoucímu. Nové řešení by mělo usnadnit, urychlit a umožnit dosud nemožnou komunikaci při operativních změnách plánu. Datový přenos se v průměru předpokládá o objemu 1 až 10 kB s periodicitou řádově 10x denně u jednoho hnacího vozidla v závislosti na provozních potřebách.

7. Vybrané aplikace k ověření a testování

Z výše uvedených aplikací byly postupně na základě provedených analýz, technických a provozních možností vybrány pro praktické ověření a testování přímo v železničním provozu následující aplikace:

- Automatická identifikace strojvedoucího
- Pracovní místo strojvedoucího, přenos provozních dispozic
- Přenos a vizualizace polohy vlaku

Za součinnosti odborných složek ČD byla pro praktické ověření nakonec vybrána vedlejší železniční trať Moravské Budějovice – Jemnice s dispečerským pracovištěm v Moravských Budějovicích. Na trati jezdí motorový vůz řady 810, který je vybaven radiostanicí FXM20 a dispečerské pracoviště disponuje všemi předpoklady pro nasazení navržených aplikací. Je zde již nainstalován SW: elektronický Dopravní deník, Splněný grafikon vlakové dopravy pro řízení tratě podle předpisu D3 (Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy), komunikační program RTDisp pro hlasovou komunikaci s hnacími vozidly a systém přenosu provozních dispozic využívající starší technologii pomocí SMS zpráv.

V rámci projektu byl vypracován komunikační program UDPDisp, který umožní vzájemnou komunikaci se stávajícími informačními systémy a přenos informací na nebo z mobilního terminálu prostřednictvím digitálních mobilních sítí GSM-R nebo GSM. Nejprve byla celá konfigurace s navrženými aplikacemi otestována na laboratorním pracovišti v Pardubicích, kde byly vytvořeny komplexně shodné podmínky, jaké budou v plánované zkušební železniční stanici. Tedy PC se všemi nainstalovanými aplikacemi, simulace dispečerského pracoviště a na straně druhé simulace hnacího vozidla s radiostanicí FXM20, která byla osazena hlasovou i datovou SIM kartou a čtečkou In-karty pro identifikaci strojvedoucího. Po úspěšném otestování a schválení zainteresovanými odborníky byla celá konfigurace nainstalována v Moravských Budějovicích a do konce letošního roku probíhá její ověření v železničním provozu.

Cílem popisovaného řešení je praktické ověření přenosu provozních dispozic od výpravčího na hnací vozidlo a v opačném směru ověření přenosu potvrzení o doručení s využitím technologie datových přenosů GPRS v mobilní síti GSM v nově vybudované infrastruktuře označované jako ŽBPS (Železniční bezdrátová přenosová síť). Do stávajícího systému je nově ověřovaná technologie integrována z pohledu uživatele zcela transparentním způsobem. Zdrojem provozní dispozice je aplikace APM DK modul Dopravní deník, v němž nedošlo v této souvislosti k žádné změně jak z hlediska uživatelského tak ani pokud jde o jakoukoliv jinou úpravu software. Druhým možným zdrojem provozní dispozice je samotná nová aplikace UDPDisp, odkud lze navíc také poslat i volnou textovou zprávu.

Provozní dispozice strojvedoucímu na hnacím vozidle je prezentována na terminálu radiostanice FXM20 pomocí piktogramů a textu. Při zaslání doprovodného

textu v provozní dispozici se na displeji zobrazí piktogram obálky. Piktogram se zobrazí společně s předávaným textem provozní dispozice. Aplikace musí zajistit, že maximální délka textu zobrazované provozní dispozice na displeji je 80 znaků a pro text jsou použita velká písmena bez diakritiky. Nově je terminál doplněn čtečkou čipových In-karet pro ověření přenosu identifikace strojvedoucího.

Z hlediska technického je zařízení na hnacím vozidle rozšířeno o komunikační datovou kartu KN35017, která je propojena s terminálem FXM20 a zajišťuje datové přenosy GPRS. Komunikační datová karta jednak obsahuje aplikaci Poloha, která do sítě ŽBPS vysílá informace o poloze vlaku společně s aktuálním číslem vlaku a s identifikací strojvedoucího z čipové In-karty, a dále slouží k přenosu provozní dispozice do terminálu FXM20. Opačným směrem slouží k přenosu potvrzení o doručení. Komunikační datová karta je vybavena datovou SIM kartou veřejného operátora GSM zaregistrovanou v síti ŽBPS, podsítť těchto datových SIM karet je jinak též označována jako APN ČD-T. V síti ŽBPS informace o poloze vlaku společně s číslem vlaku přijímá a zpracovává Komunikační brána, která poskytuje zpětně službu umožňující převod symbolického jména odvozeného z čísla vlaku na IP adresu komunikační datové karty na hnacím vozidle tohoto vlaku v prostředí ŽBPS. Dále popisovaná aplikace UDPDisp v případě odesílání provozní dispozice na vlak nejprve tímto DNS dotazem do Komunikační brány zjistí IP adresu datové karty na hnacím vozidle tohoto vlaku a pokud je úspěšně vyhodnocena, odešle UDP zprávu s provozní dispozicí. Tuto funkci poskytuje i pro aplikaci Dopravní deník, která v případě odeslání provozní dispozice pošle povel ve formě zprávy prostřednictvím ISOR komunikátoru do nové aplikace UDPDisp a tato pak výše popsáním mechanismem zajistí odeslání informace na vlak v prostředí ŽBPS. Pokud není adresové hnací vozidlo vlaku dostupné v prostředí ŽBPS, předá aplikace UDPDisp povel k odeslání provozní dispozice ve formě zprávy do stávající aplikace RTDisp k odeslání stávajícím způsobem. Popsaná konfigurace je ověřována v Moravských Budějovicích do konce letošního roku. Poznatky a připomínky provozních pracovníků k ověřované aplikaci budou průběžně vyhodnocovány na kontrolních dnech a závěrečné výsledky a doporučení budou tvořit podklady pro závěrečnou zprávu celého projektu.

8. Závěr

Stávající fáze ověřovacích projektů, vedených v síti GSM-R a GSM a analýza navržených aplikací potvrzují předpoklady praktického využití datové komunikace v mobilních sítích. Předložené aplikace nabízí možnosti datové komunikace pracovníků řízení provozu, zejména výpravčích a dispečerů a příslušných informačních systémů s obsluhou hnacích vozidel, strojvedoucími na jedoucím vlaku prostřednictvím datových sítí a mobilních sítí GSM-R a GSM za podmínky integrace příslušných funkcí do informačních systémů řízení provozu.

Postupné zavádění a rozšiřování nových aplikací bude přispívat ke zkvalitnění řízení železničního provozu a v konečném důsledku to bude mít dopad na zvýšení bezpečnosti a zkvalitnění železniční dopravy.

Literatura

1. Zpráva o řešení projektu TANDEM FT-TA3/031 za rok 2007
2. Zpráva o řešení projektu TANDEM FT-TA3/031 za rok 2006
3. Technická dokumentace vozidlový terminál FXM20
4. Technická dokumentace Digitální traťový systém DTS
5. Ing. Vladimír Sieber, RNDr. David Žák, Ph.D., Vozidlový terminál FXM20 pro radiové systémy na železnici
6. RNDr. David Žák, Ph.D. Zajištění datové komunikace mezi drážními vozidly a infrastrukturou
7. Ing. Martin Motyčka, Systémová integrace telematických aplikací pro železniční dopravu
8. Ing. Radovan Fuglíček, Implementace IPR Comunicatoru do telematické aplikace
9. Ing. David Krásenský, Vizualizace polohy vlaků
10. Ing. David Krásenský, Přenos dispečerských příkazů
11. Ing. David Krásenský, Ekonomické řízení dopravy
12. Mgr. Jiří Suchomel, Popis systému a manuál k aplikaci Tandem UDPDisp

Poděkování

Projekt TANDEM FT-TA3/031 s názvem „Využití vlastností digitálních přenosových sítí pro řízení provozu a zvýšení bezpečnosti železniční dopravy na nekoridorových tratích“ je řešen za finanční podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Praha, říjen 2008

Lektorský posudek: Ing. Zdeněk Kaufmann
Odbor 22 Generálního ředitelství Českých drah