

Petr Kolář

Zabezpečovací systém LOCOPROL

Klíčová slova: *zabezpečovací zařízení, LOCOPROL, satelitní navigace, mobilní síť GSM.*

1. Úvod

Současný světový trend je takový, že nově vyvíjená a zaváděná zabezpečovací zařízení do provozu jsou převážně zaměřena pro vysokorychlostní a konvenční železniční tratě. Tato zařízení jsou pro železniční tratě s nízkou hustotou provozu příliš drahá a ekonomicky nerentabilní. Důsledkem je, že na těchto tratích jsou stále používána zastaralá zabezpečovací zařízení, kde je bezpečnost železničního provozu často založena na lidském činiteli. Údržba zastaralých zařízení je pro udržující pracovníky časově náročná a ekonomicky neefektivní. Z tohoto stavu vyplývá potřeba inovace zabezpečovacích zařízení na tratích s nízkou hustotou provozu.

Technický pokrok v oblasti telekomunikací a satelitní navigace s využitím nových technologií nabízí nová řešení pro vývoj cenově efektivního systému pro zabezpečení a řízení provozu na železničních tratích. Jedním z nadnárodních projektů, který se problémem tratí s nízkou hustotou provozu zabývá, je LOCOPROL (Low cost satellite based train location for low density railway lines). V lednu letošního roku uspořádali zástupci konsorcia LOCOPROL, místní správy města Nice a Evropské komise (DG INFSO a DG TREN) konferenci, seznamující odbornou veřejnost se stavem řešení a dosaženými výsledky včetně předvedení vyvinutého zařízení na zkušební trati. Následující stať je reakcí na tuto konferenci.

2. Projekt LOCOPROL

Záměrem projektu LOCOPROL je vyvinout flexibilní a cenově výhodný bezpečný systém pro řízení železniční dopravy na tratích s nízkou hustotou provozu. Projekt se zaměřuje na využití satelitní navigace, stávajícího zabezpečovacího zařízení na trati a palubního zařízení na hnacím vozidle jako subsystému ERTMS/ETCS. Projekt byl zahájen v srpnu roku 2001 s plánovaným ukončením v letošním roce. Výsledky projektu byly prezentovány před odbornou veřejností ve Francii na regionální trati Chemins de Fer de Provence z Nice do Plan du Var, kde je vyvinuté zařízení testováno. Praktické ukázky činnosti řídicího pracoviště i činnosti zařízení na hnacím vozidle byly prezentovány při konkrétních jízdách.

Petr Kolář, Ing., rok narození 1960

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

Projekt integruje čtyři hlavní cíle vývojových prací:

- definici nového multitechnologického systému lokalizace
- studii využitelnosti systému na tratích s nízkou hustotou provozu
- zachování efektivní míry kompatibility k ERTMS/ETCS
- ochranu pracovníků v železničním provozu

Základními požadavky pro zabezpečení tratí s nízkou hustotou provozu, které byly v projektu definovány, jsou:

- redukce infrastruktury podél trati jako hlavní trend (uplatňovaný i na hlavních tratích)
- snižování nákladů na komunikaci, jak nejvíc je to možné, na základě použití existujících veřejných sítí a nevyžadováním úplného (souvislého) pokrytí tratí signálem rádiových sítí
- zpětná kompatibilita s ERTMS, vlaky vybavené ETCS musí být možné provozovat na tratích vybavených systémem LOCOPROL
- systém zabezpečení tratí s nízkou hustotou provozu musí být přizpůsobitelný každému specifickému případu

Kompatibilita k ERTMS/ETCS se zajišťuje především funkcemi:

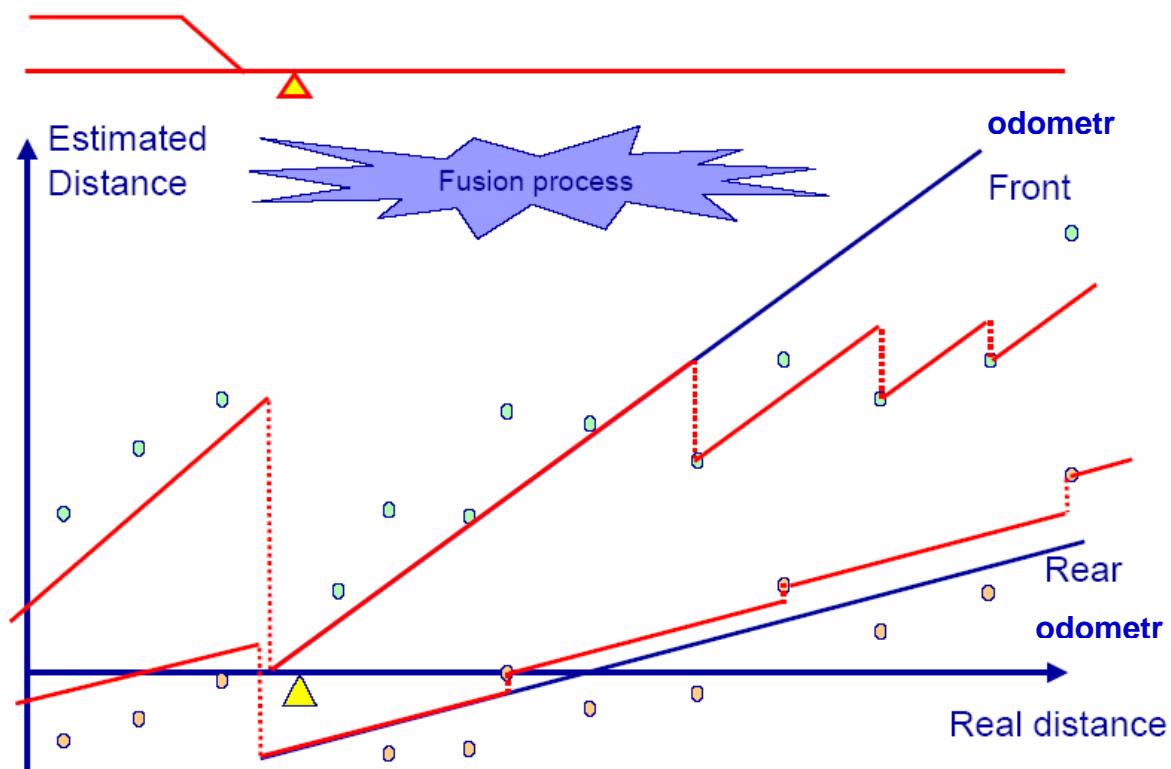
1. detekce a určení polohy vlaku
2. určení volnosti traťových úseků
3. řízení výhybek a návěstidel ve stanicích
4. ATP – systémem zabezpečení jízdy vlaku
5. ATC – systémem řízení jízdy vlaku, včetně návěstění do kabiny strojvedoucího

Funkce 1, 2 a 3 jsou v projektu řešeny pro specifické podmínky tratí s nízkou hustotou provozu. Vyvinutý systém LOCOPROL je doplňkovým řešením pro ERTMS/ETCS.

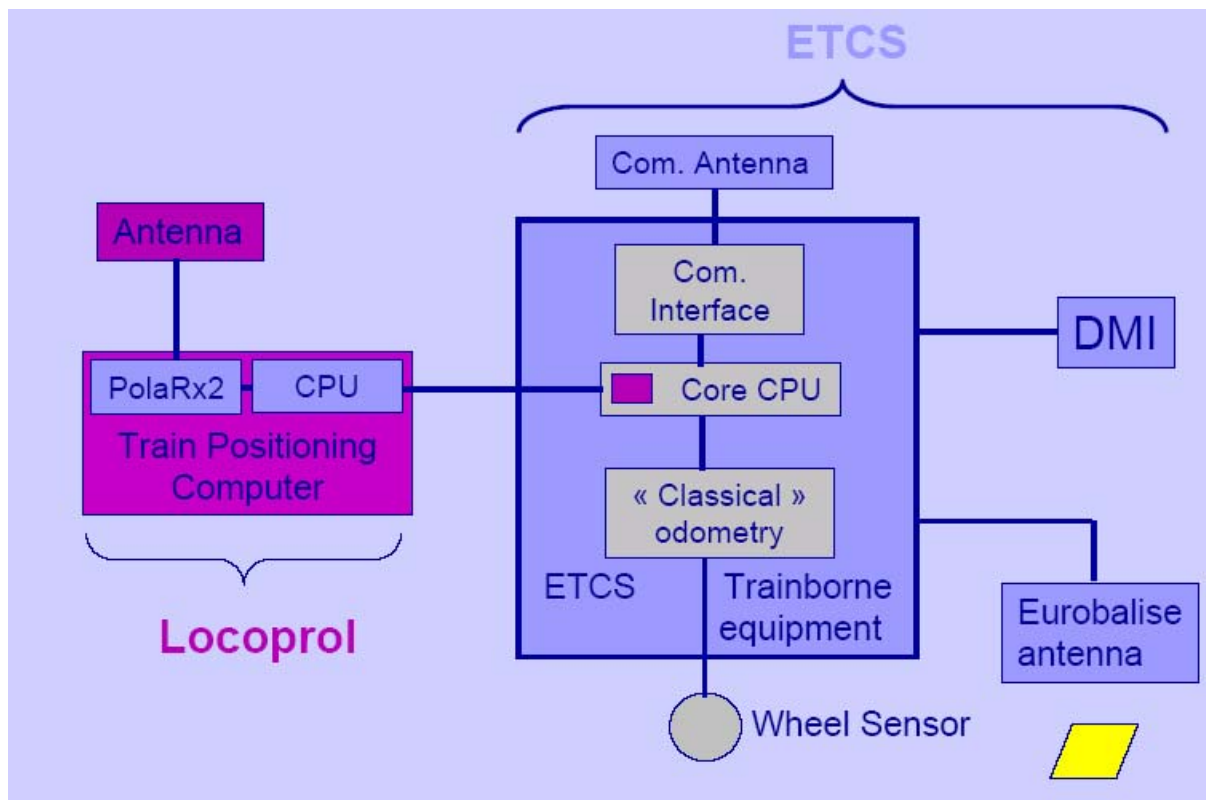
3. Vybavení hnacího vozidla

Ve snaze co nejvíce omezit rozsah zařízení instalovaných na trati se pozornost soustředila na vyhodnocení polohy vlaku přímo na hnacím vozidle. K určení polohy se využívá virtuální odometr - kombinace satelitní navigace s klasickým odometrem. Pro upřesnění údaje odometru v kritických místech, zpravidla na zhlaví ve stanicích, jsou v kolejišti namontovány eurobalízy, ze kterých při průjezdu hnacího vozidla dochází k přenosu informace o přesné poloze. Z tohoto kombinovaného zdroje jsou získávány vstupní hodnoty, z nichž palubní počítač vyhodnocuje optimální parametry určující polohu vlaku včetně vymezení maximálního rozmezí odchylky od skutečné polohy na trati. Na obr. 1 je princip kalibrace a fúze údaje polohového lokátoru GPS a odometru. Získané údaje jsou předávány mobilní sítí GSM do radioblokové centrály, kde jsou vyhodnoceny a zapracovány do logiky řídicího stavědla. Společně s informacemi z řídicího stavědla slouží tyto údaje pro řízení jízdy vlaku. Na obr. 2 je blokově znázorněna architektura palubního zařízení systému LOCOPROL.

Projekt LOCOPROL využívá globální satelitní navigační systém (GNSS) a ke své správné činnosti potřebuje, aby přijímač GPS na hnacím vozidle byl v dosahu minimálně 4 satelitů a tak mohlo být vytvořeno 6 závislých párů informačního zdroje pro vyhodnocení polohy. K vyhodnocení je použit 1D-algoritmus a na základě provedených testů je předpoklad, že intenzita rizika dosáhne hodnoty až $10^{-11}/h$. Satelitní navigační systém v kombinaci s odometrem vytváří vlakový polohový lokátor, který již byl úspěšně testován v Belgii na trati Jemeppe – Gembloux (SNCB TT).

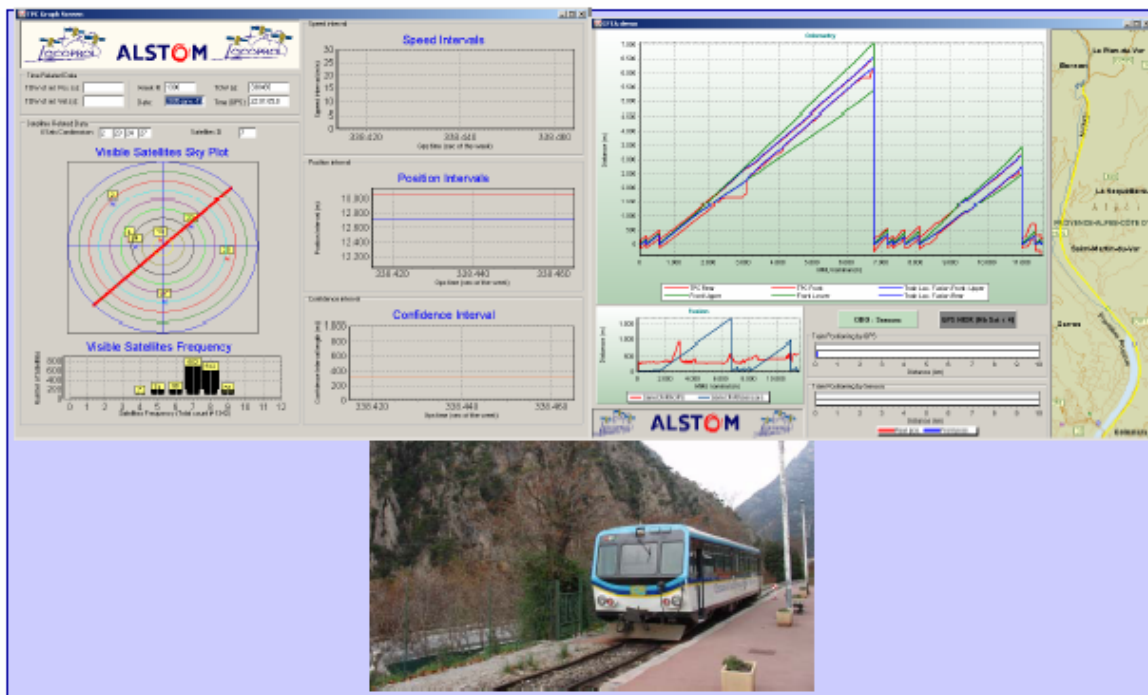


Obr. 1 Princip kalibrace a fuse údaje polohového lokátoru GPS a odometru.



Obr. 2 Architektura palubního zařízení systému LOCOPROL.

V druhé fázi projektu je polohový lokátor integrován do palubního zařízení ERTMS/ETCS, které slouží k řízení a zabezpečení jízdy vlaku. Zobrazování a ovládání funkcí zařízení zprostředkuje strojvedoucímu ovládací pracoviště DMI, shodné s palubním pracovištěm ETCS. Prototyp zařízení byl instalován a testován v reálném železničním prostředí ve Francii. Na obr. 3 je ukázka funkce vyvinutého zařízení.

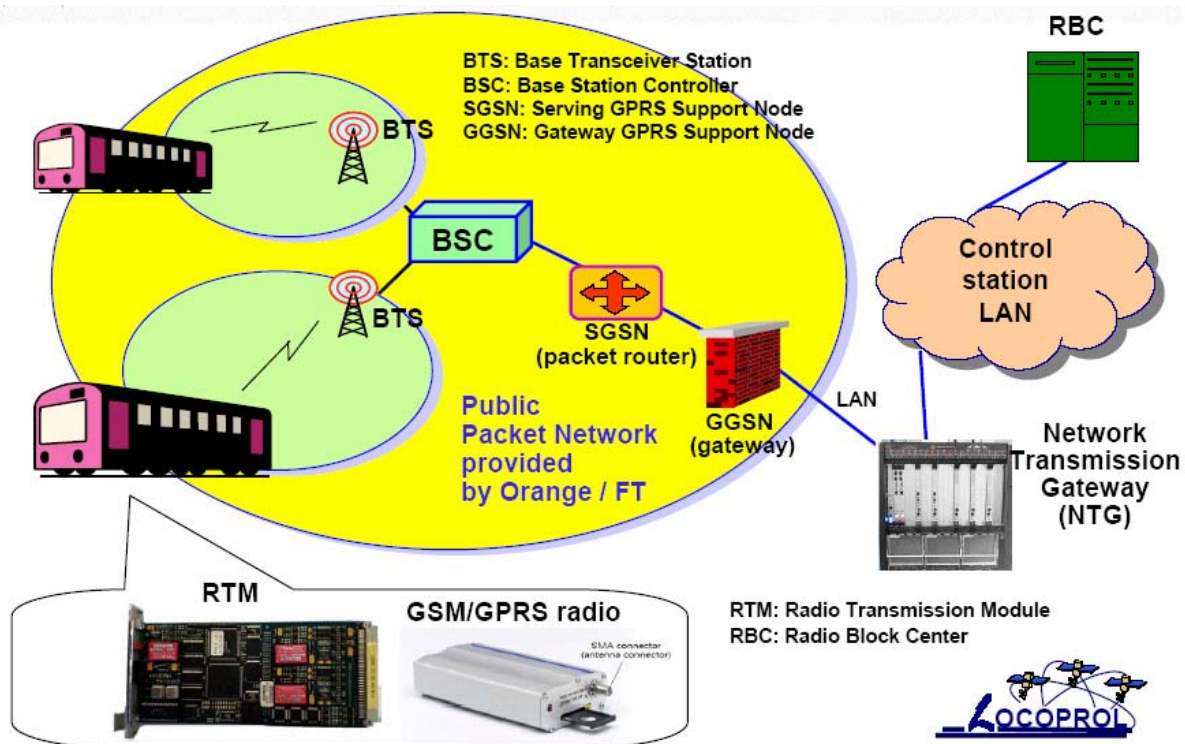


Obr. 3 Demonstrace funkce palubního systému v reálné aplikaci.

4. Komunikace GSM/GPRS

Pro přenos informací mezi hnacím vozidlem a dispečerskou řídicí ústřednou se využívá síť veřejného operátora s využitím služby přenosu GPRS. Vyvinuté cenově efektivní zařízení odvozené z ERTMS architektury využívá veřejnou síť GSM a poskytuje rychlé a spolehlivé řešení.

Na konkrétní trati z Nice do Digne, kde je zařízení testováno, se komunikace uskutečňuje v síti Orange. Pro úspěšnou činnost celého vyvinutého zařízení a nasazení na konkrétní úsek trati byly prověřeny parametry sítě GSM. Jedná se především o pokrytí signálem GSM, které v závislosti na dopravních podmínkách na konkrétní trati nemusí dosahovat 100 %, a o dosažení minimálního časového zpoždění při přenosu informací. Zvláště se sleduje čas sestavení spojení a zpoždění informace při průchodu sítí (GSM: 30-40s, GPRS: 10-15s). Dosavadní výsledky testování přenosu GPRS jsou na zkušební trati úspěšné. Konkrétní architektura komunikace LOCOPROL v síti veřejného operátora GSM je znázorněna na obr. 4.



Obr. 4 Architektura komunikace v síti veřejného operátora GSM.

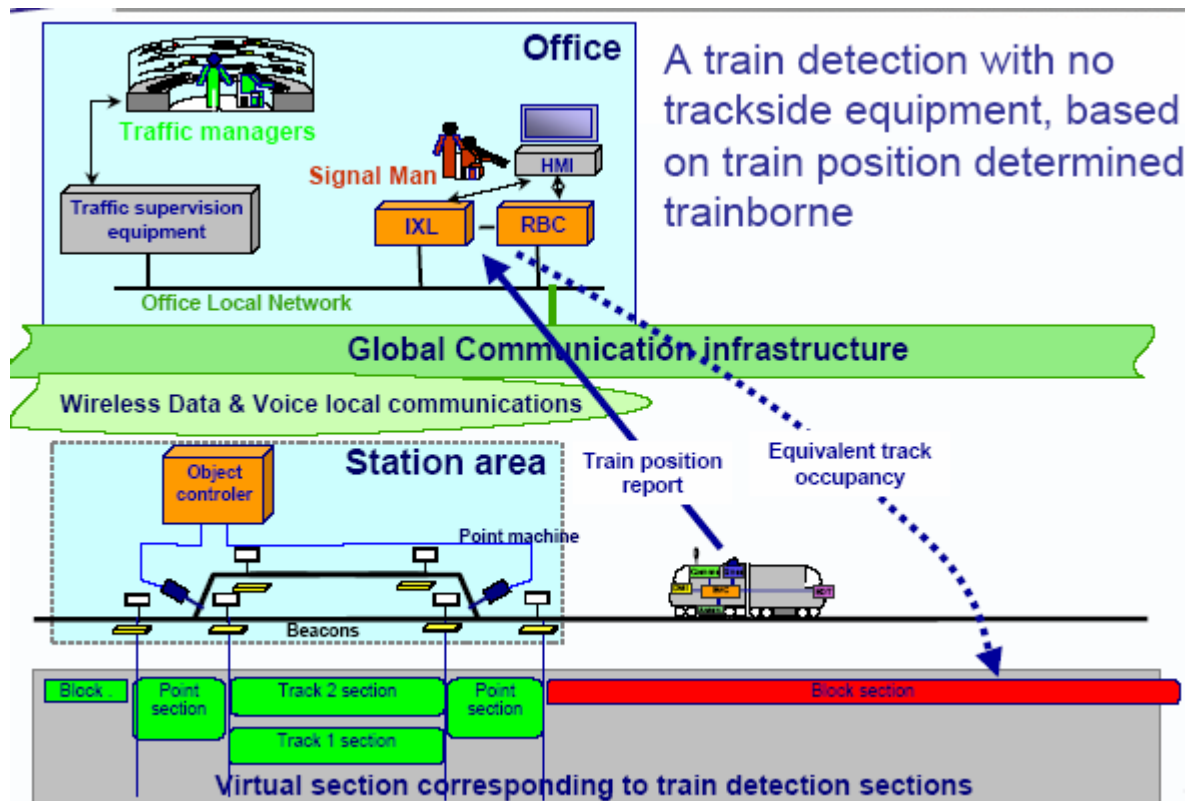
5. Princip zabezpečovacího zařízení

V návrhu řešení projektu LOCOPROL se vycházelo v principu z Evropského železničního řídicího systému ERTMS/ETCS úrovně 2. S cílem minimalizovat finanční požadavky na vybavení infrastruktury je využíván princip pozitivní detekce vlaku, který je znázorněn na obr. 5. Virtuální prostorové oddíly jsou obsazovány a uvolňovány na základě informací z hnacího vozidla o aktuální poloze vlaku. Celková struktura navrhovaného řešení projektu je uvedena na obr. 6.

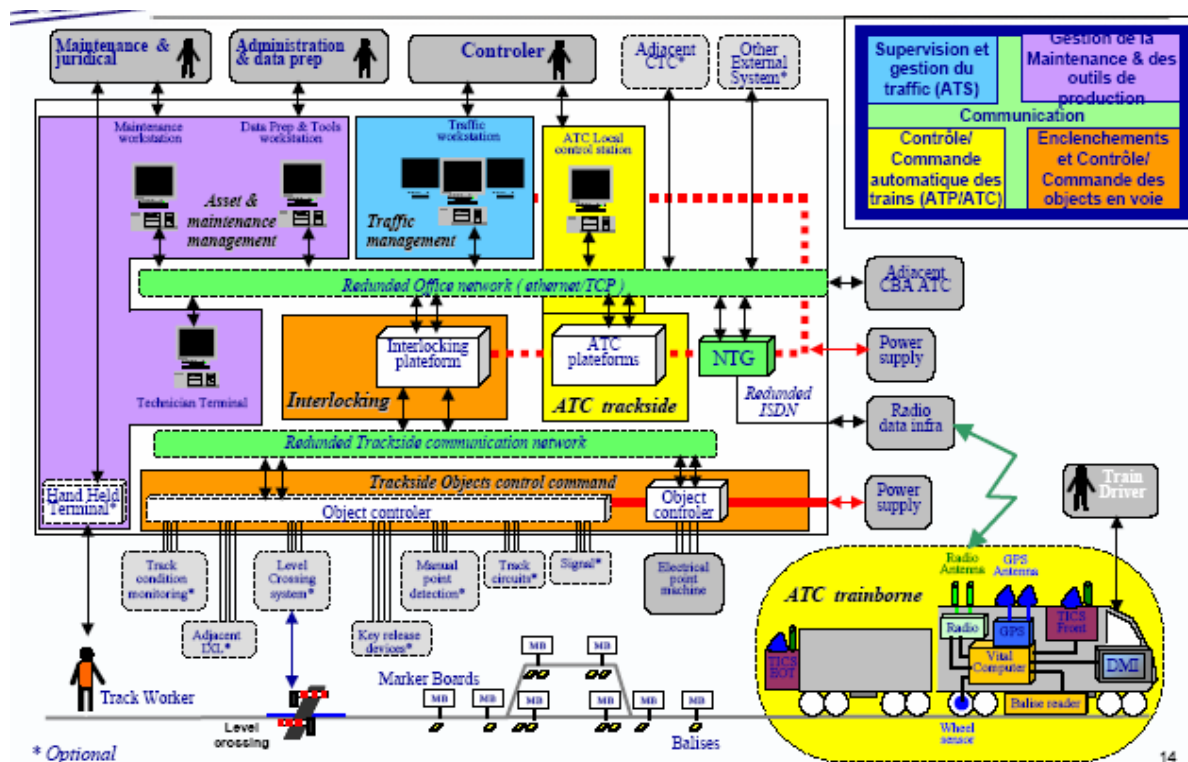
System LOCOPROL rozšiřuje funkcionality a přináší další výhody oproti stávajícímu zabezpečovacímu zařízení na vedlejších tratích:

- přenos signalizace na hnací vozidla
- přenos varovných hlášení na hnací vozidla týkající se aktuální situace na trati
- možnost měnit dočasné omezení rychlosti na trati
- souvislá kontrola rychlosti s vymezením povoleného rychlostního profilu
- zvýšení bezpečnosti železničního provozu
- zvýšení propustnosti trati bez dodatečného vybavení infrastruktury (doplnění infrastruktury se omezuje pouze na doplnění o eurobalizy)
- zlepšení operativního řízení a možnost vyhodnocení dopravních procesů
- minimalizace udržovacích prací na trati.

V budoucnu lze k již vybudované řídicí radioblokové ústředně snadno doplňovat i další regionální traťové úseky.



Obr. 5 Princip pozitivní detekce vlaku.



Obr. 6 Referenční architektura projektu LOCOPROL.

Rozhodující investiční náklady se skládají z prvotních nákladů na radioblokovou ústřednu a z nákladů potřebných na vybavení hnacích vozidel. Z toho vyplývá, že systém je nezávislý od rozšiřování na další tratě s nízkou hustotou provozu, ale je maximálně závislý na počtu vybavených hnacích vozidel.

6. Závěr

Záměrem projektu LOCOPROL je vyvinout flexibilní a cenově výhodný bezpečný systém pro řízení železniční dopravy na tratích s nízkou hustotou provozu. Řešení je založeno na kombinaci využití satelitního navigačního systému, minimalizované infrastruktury (balízy, stavědla) a komunikačním prostředí sítě veřejného operátora GSM. Navrhovaný systém má umožnit výraznou redukci nákladů, zvýšení propustnosti a získání operativního přehledu o provozu na tratích. Vzhledem k tomu, že systém minimalizuje nároky na vybavení infrastruktury, jsou investiční náklady převážně závislé na počtu vybavených hnacích vozidel a následně v běžném provozu minimalizují požadavky na údržbu zařízení.

V současné době se připravuje realizace projektu Galileo, který je řízen Evropskou komisí. Jeho cílem je vytvoření civilního evropského globálního navigačního družicového systému s vysokou přesností (rozmístění 30 družic na třech kruhových oběžných drahách, realizace 2006 - 2008), s cíleným zaměřením do navigačních a řídicích systémů pozemní dopravy. To do budoucna dává, za podmínky nalezení úspěšného obecného řešení vyhovujícího zabezpečovací technice, předpoklad pro využití obdobných systémů jako LOCOPROL v široké železniční síti regionálních tratí v celé Evropě a tedy i v naší republice.

Literatura

1. Konference „Locoprol“, Nice, Francie, 2005
2. <http://www.locoprol.org>

Praha, březen 2005

Lektoroval: Ing. Václav Chudáček,
Výzkumný ústav železniční