

PŘEDNÁŠKA

12

Telematické systémy v železniční dopravě

Přednáška 12 - obsah

- Telematika na železnici
- ERTMS
 - ETCS
 - GSM-R
 - Související evropské směrnice

Železniční telematika

Aplikace principiálně podobné jiným druhům dopravy

- Telematika v osobní dopravě např.:
 - Informační systémy
 - Navigační systémy pro cestující
- Telematika v nákladní dopravě např.:
 - Řízení flotil vozidel
 - Monitoring vozidel a nákladů
 - Diagnostické systémy
- Zabezpečovací systémy
- Na železniční dopravu se vztahuje celá řada evropských nařízeních

Příklad využití senzorů a možné vstupy telematických aplikací v železniční dopravě

- Úlohou senzorů na nákladním železničním voze mohou přitom být:
 - otevírání ventilů (otvírací senzory) nebo ložných prostorů s vysokým mechanickým odporem a jejich blokování, které mohou být otvírány uvnitř určitého geografického prostoru,
 - vážení vozidla (boční posunutí nákladu nebo absolutní hmotnost nákladu),
 - kontrola stavu nákladu (tlak, teplota, stav plnění, netěsnosti a krádež),
 - celní uzávěra,
 - hodnověrné zjišťování nárazů jako ukazatel škod na nákladu během přepravy pro správné posouzení příčin a nastavení škod při přepravě.

Telematika v osobní železniční dopravě

- **Nařízení Komise (EU) č. 454/2011 ze dne 5. května 2011 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se subsystému „využití telematiky v osobní dopravě“ transevropského železničního systému** rozděluje aplikace na:
 - a) systémy poskytující cestujícím informace před cestou a v průběhu cesty;
 - b) rezervační a platební systémy;
 - c) odbavování zavazadel;
 - d) vystavování přepravních dokladů ve výdejních přepravních dokladů nebo prostřednictvím prodejních automatů nebo pomocí telefonu nebo internetu nebo jakékoli jiné široce dostupné informační technologie a ve vlacích;
 - e) zabezpečování spojení mezi vlaky a mezi železniční dopravou a jinými druhy dopravy

Telematika v nákladní železniční dopravě

- „Využití telematiky v nákladní dopravě“ je definováno přílohou II směrnice 2001/16/ES,
- Zahrnuje zejména:
 - využití v nákladní dopravě, včetně informačních systémů (sledování nákladů a polohy),
 - systémy seřadování a přidělování, přičemž systémem seřadování se rozumí řazení vlaků,
 - rezervační systémy, kterými se rozumí rezervace tras vlaků,
 - zabezpečování spojení s jinými druhy dopravy a pořizování elektronických dokumentů.

Telematika v nákladní železniční dopravě

- **NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 62/2006 ze dne 23. prosince 2005 O technické specifikaci pro interoperabilitu subsystému pro telematické aplikace v nákladní dopravě transevropského konvenčního železničního systému**
 - upravuje celoevropskou výměnu dat mezi aktéry, zúčastněnými na přepravě.

Telematika v intermodální a multimodální dopravě

- **Základní požadavky na telematické systémy logistických center:**
 - informační vazby na systémy v evropském prostoru
 - zabezpečení informační interoperability v jednotlivých dopravních modech
 - postavení logistických center v národní legislativě
 - city logistika a centra multimodální dopravy
 - telematika nákladní dopravy na transevropských koridorech
 - postavení v architektuře města, kraje, dopravců, správců cest atd.
- Telematika je nutnou podmínkou rozvoje intermodální a multimodální dopravy!

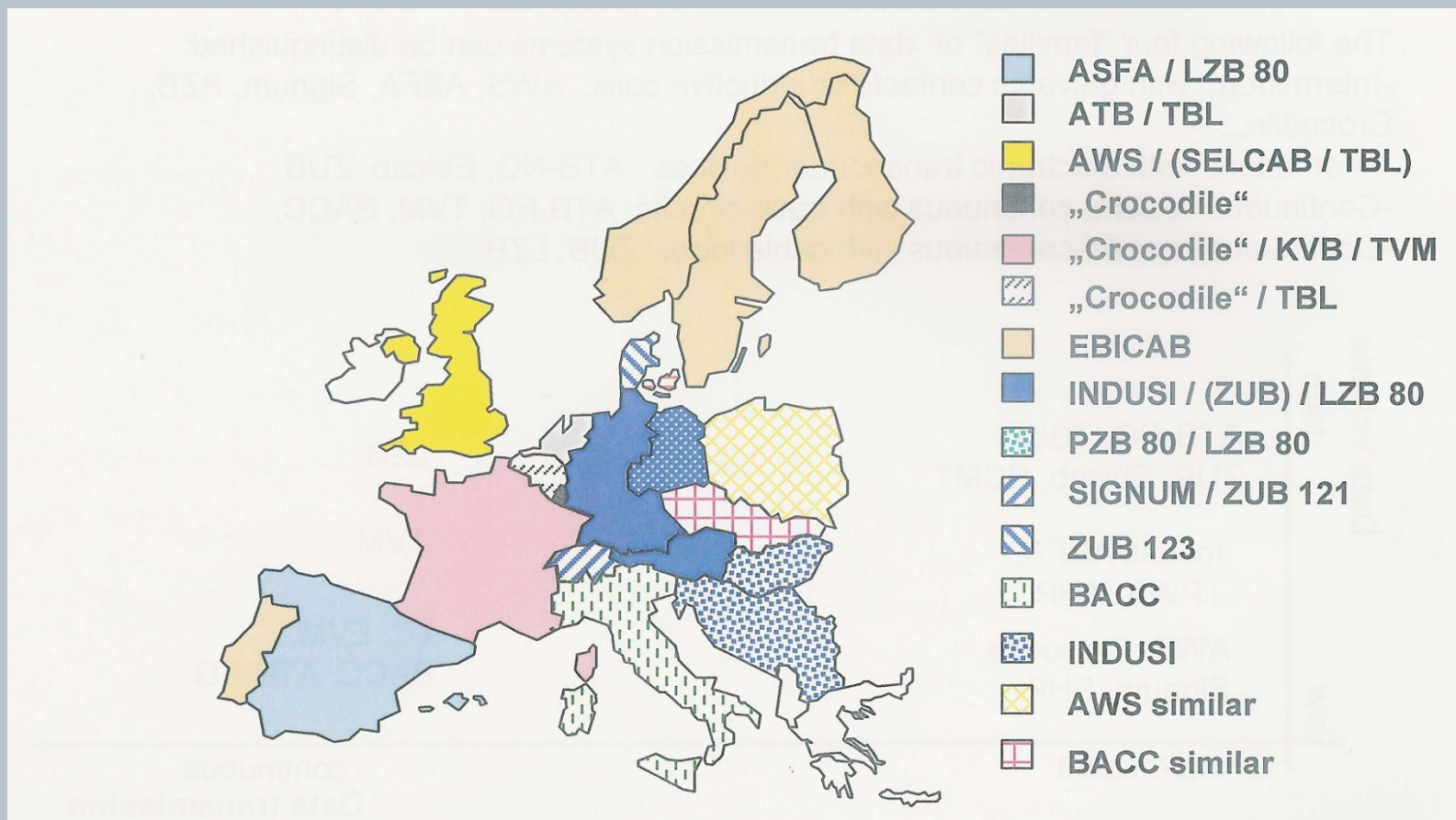
ERTMS

European Railway Traffic Management System

ERTMS (European Railway Traffic Management System)

- V Evropě existuje řada různých systémů řízení železniční dopravy
- Potřeba jednotného přístupu
- European Railway Traffic Management System (ERTMS)
 - Významný průmyslový projekt vytvořený šesti členy UNIFE (Alstom Transport, Ansaldo STS, Bombardier Transportation, Invensys Rail Group, Siemens Mobility, Thales)
 - Úzká spolupráce s Evropskou unií, železničními investory a organizacemi podílejícími se na GSM-R

Systemy řízení železniční dopravy v Evropě



Source: UIC ERTMS platform

Cíle ERTMS

- ERTMS usiluje o nahrazení rozdílných národních zabezpečovacích systémů železniční dopravy
- Zavedení ERTMS umožní vytvoření jednotného evropského systému
- Dosažení interoperability na evropské železniční síti
- Zvýšení evropské konkurenceschopnosti na železnici

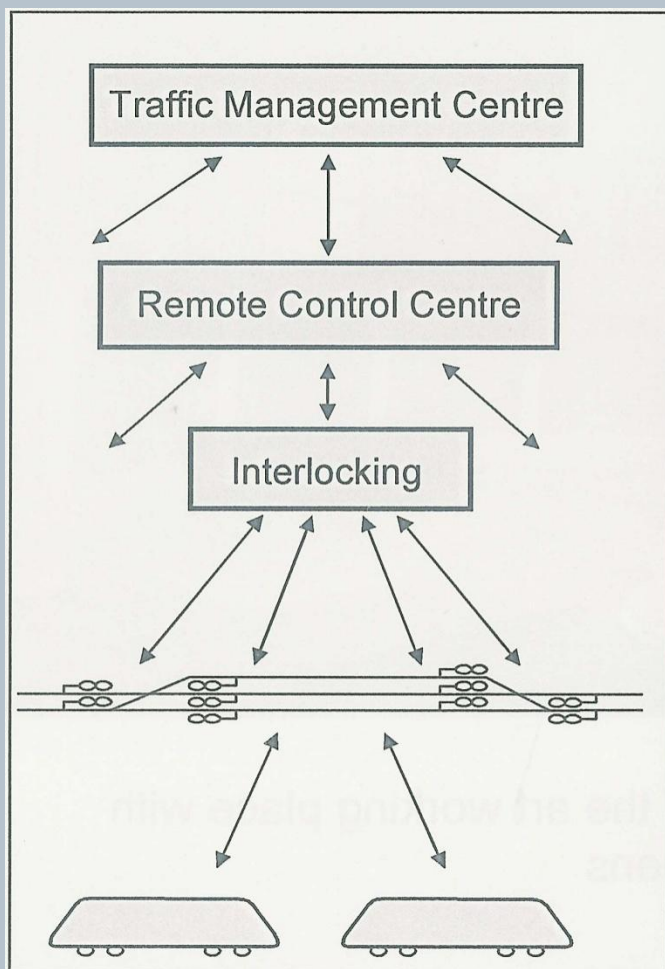


Logo ERTMS – zavedeno v září 2010

ERTMS součásti

- ERTMS má dvě základní součásti
 - ETCS (Evropský vlakový zabezpečovací systém) – systém automatického zabezpečení vlaků nahrazující stávající národní systémy
 - GSM-R – radiový systém pro poskytování hlasových a datových přenosů mezi vlakem a infrastrukturou, založený na standardu GSM, ale využívající frekvence speciálně rezervované pro železniční aplikace a umožňující některé další funkcionality

Funkční struktura ERTMS a návazných evropských aktivit



Traffic Management Layer: *Europtirails*

- Strategic planning, time tabling
- Information, Monitoring, pass assembling
- etc.

Signalling: *INESS Integrated European Signalling System*

- Remote control automated/manual
- Track-side occupancy proving based block control, safe route setting
- Control of level crossings
- Control of Switch points, ...
- Control of line side signals
- etc.

Train control-command: *ETCS European Train Control System*

- Automatic train protection and warning
- Automatic train command with in-cab signalling
- Train-side location based block control
- etc.

Railway communication: GSM-R
All kinds of voice and data communication

Source: UIC ERTMS platform

Rozsah řešení ERTMS

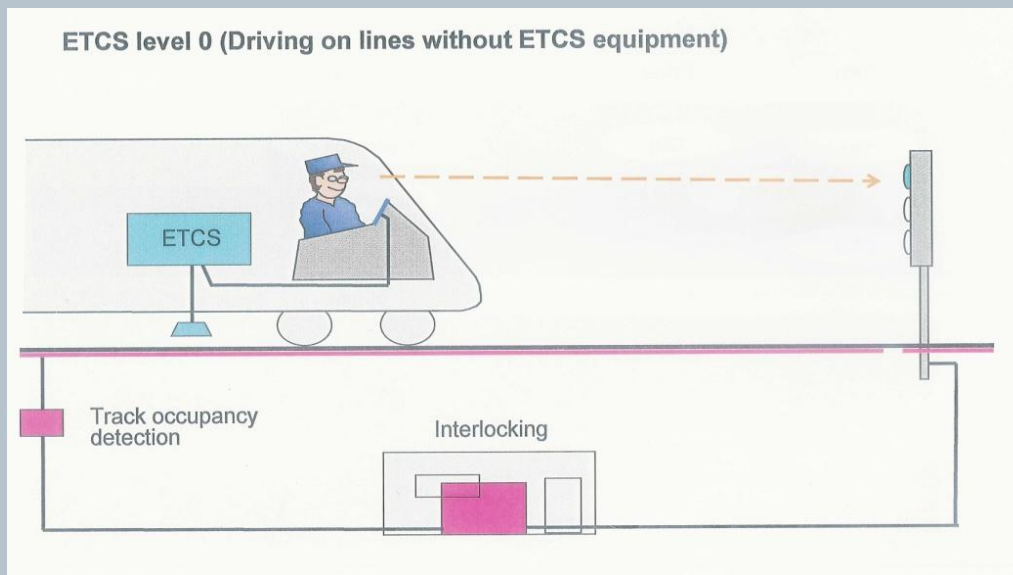
- Projekt ERTMS/ETCS/GSM-R je řešen pro všechny typy tratí:
 - vysokorychlostní tratě
 - konvenční tratě
 - regionální tratě
- Vzhledem k nákladné implementaci je v současnosti budován pouze na vysokorychlostních koridorových tratích

Úrovně ETCS

- Systém ETCS má tři úrovně umožňující postupné zavádění
 - Úroveň 1 - systém nasazený na existující návěstní systém
 - Úroveň 2 - návěstidla se nahrazují balízami, zjišťování volnosti úseků je uskutečňováno obvyklými prostředky (kolejové obvody, počítače náprav)
 - Úroveň 3 - umožňuje vlaku samostatně provádět funkce k zjišťování polohy, kontrole celistvosti, .

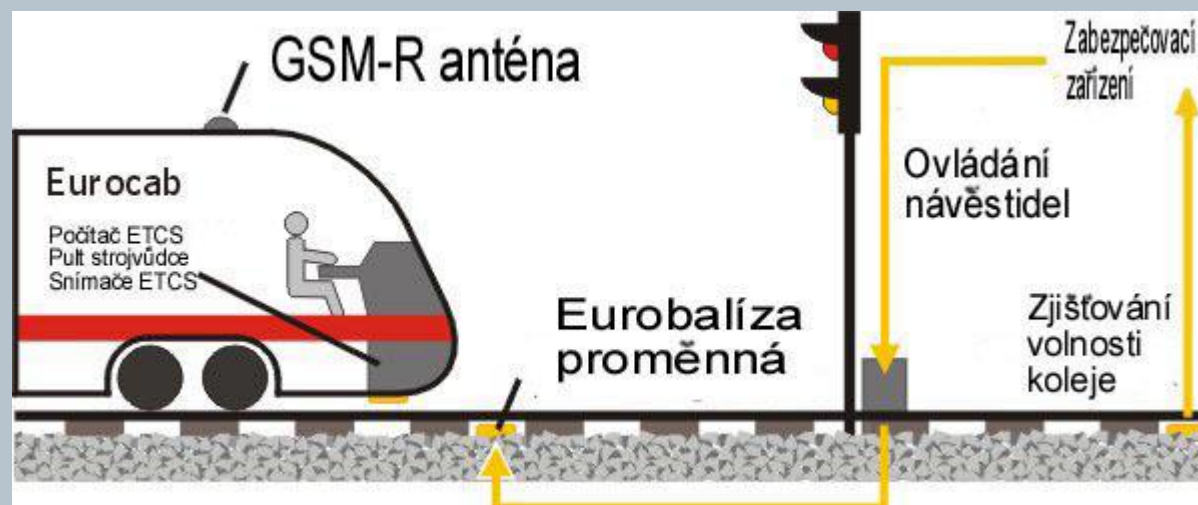
ETCS level 0

- tratě bez ETCS zařízení
- strojvedoucí dostává informace ze zařízení podél trati



ETCS level 1

- Systém nasazený na existující návěštní systém.
- Primární data se přenášejí prostřednictvím traťových transpondérů tzv. eurobalíz nebo eurosmyček na stavědlo
- ETCS vypočítá maximální rychlost vlaku a body brzdění
- hlavní výhodou zvýšení bezpečnosti a interoperabilita



Zdroj: Vorlíček J. GSM-R A ZABEZPEČENÍ DRAŽNÍHO PROVOZU

ETCS úroveň 1



Eurobalízy

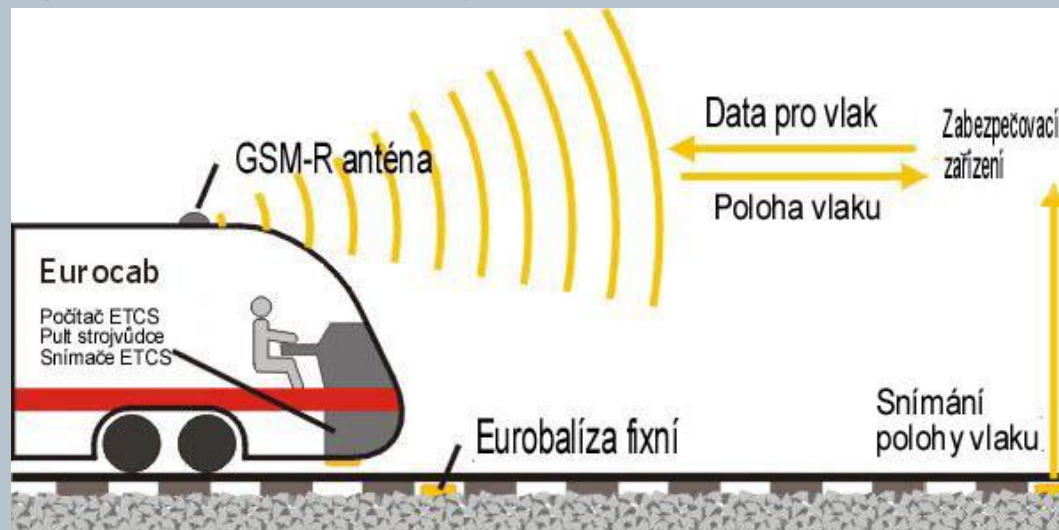
- základní prostředek přenosu informace na vozidlo
- napájena bezkontaktně z vozidla při jeho průjezdu nad balízou
- používá se jako pevná nebo přepínatelná (umožňuje měnit obsah zprávy)
- umísťuje se v ose koleje.
- balízy nerozlišují směr jízdy, proto jsou umísťovány **ve skupinách**, rovněž pro zvýšení dostupnosti



A Siemens Eurobalise in Germany
Source: Wikipedia.org

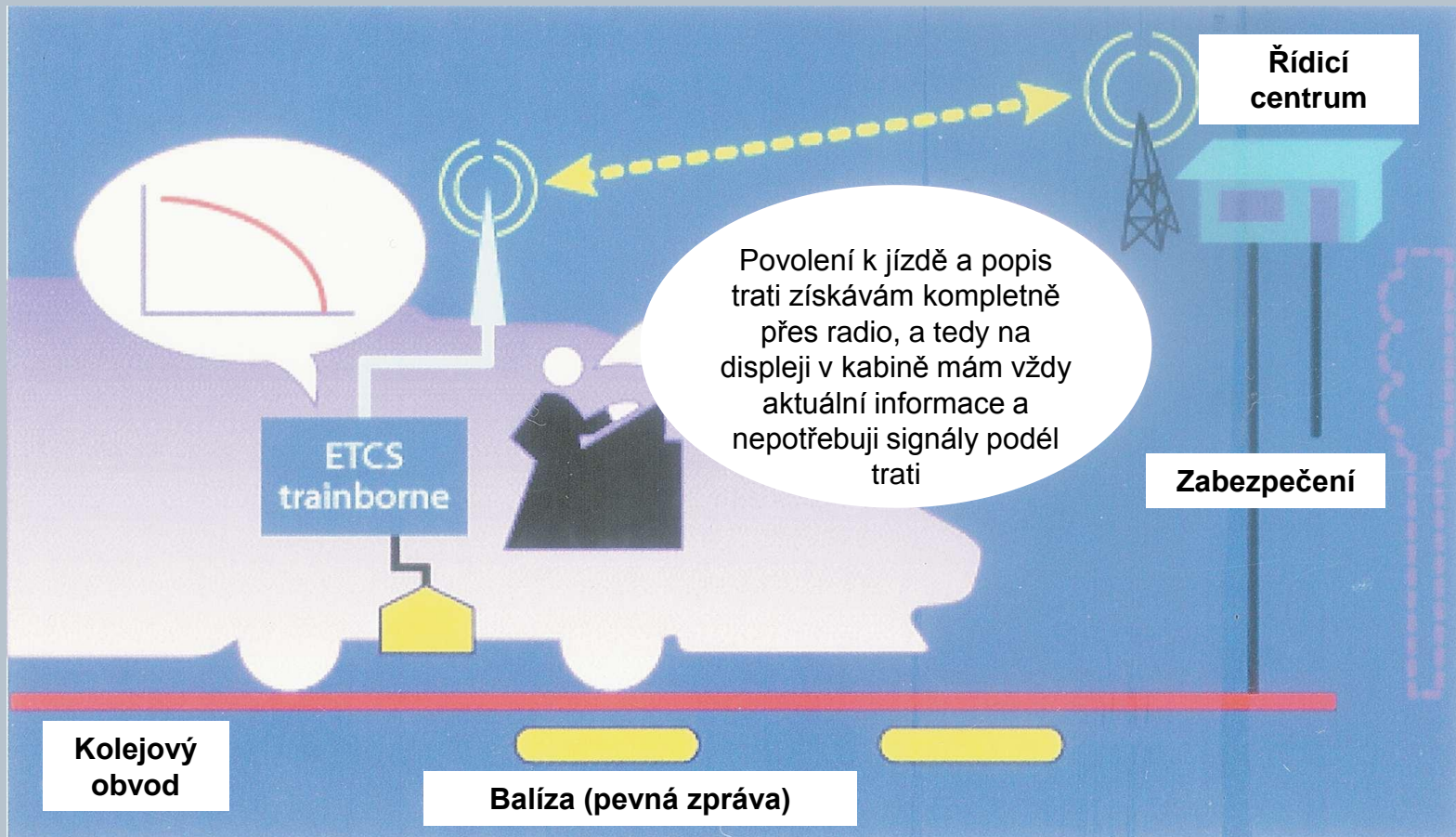
ETCS úroveň 2

- Obsahuje zasílání informací rádiem (GSM-R)
- Návěstidla se doplňují nebo nahrazují, přičemž ještě stále existují kolejové obvody pro zjišťování volnosti úseků
- Balízy slouží ke zjišťování polohy dopravního elementu a v kombinaci s rádiem GSM-R je možné přenášet data o dopravním elementu do rádiové centrály.
- Výhody: úspora nákladů (nevyžaduje traťovou signalizaci), nárůst kapacity trati



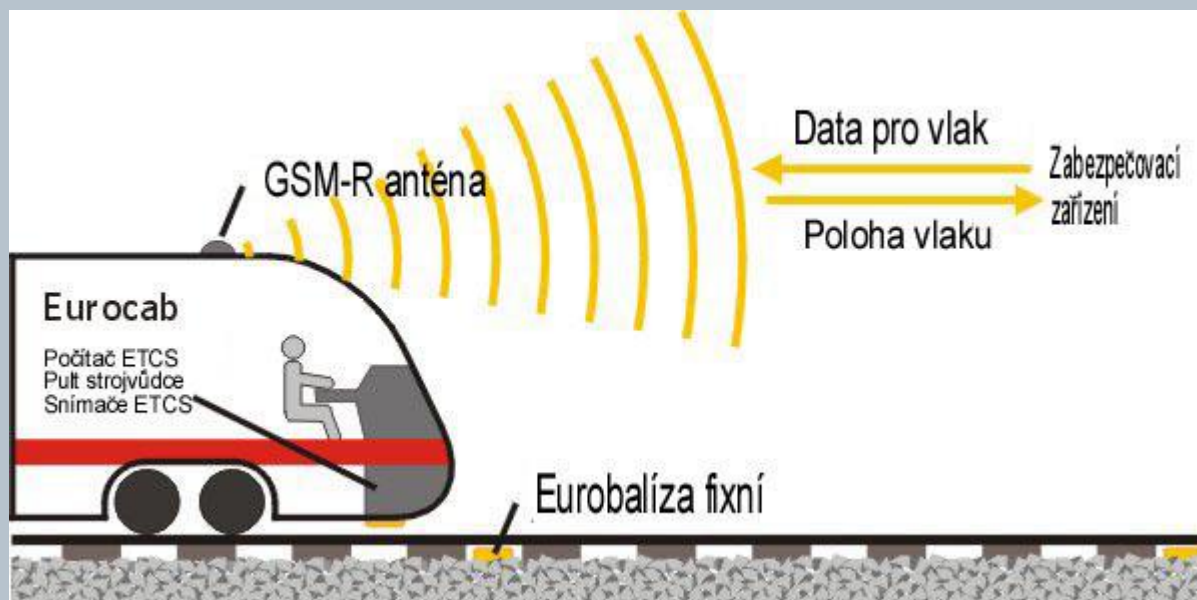
Zdroj: Vorlíček J. GSM-R A ZABEZPEČENÍ DRAŽNÍHO PROVOZU

ETCS úroveň 2



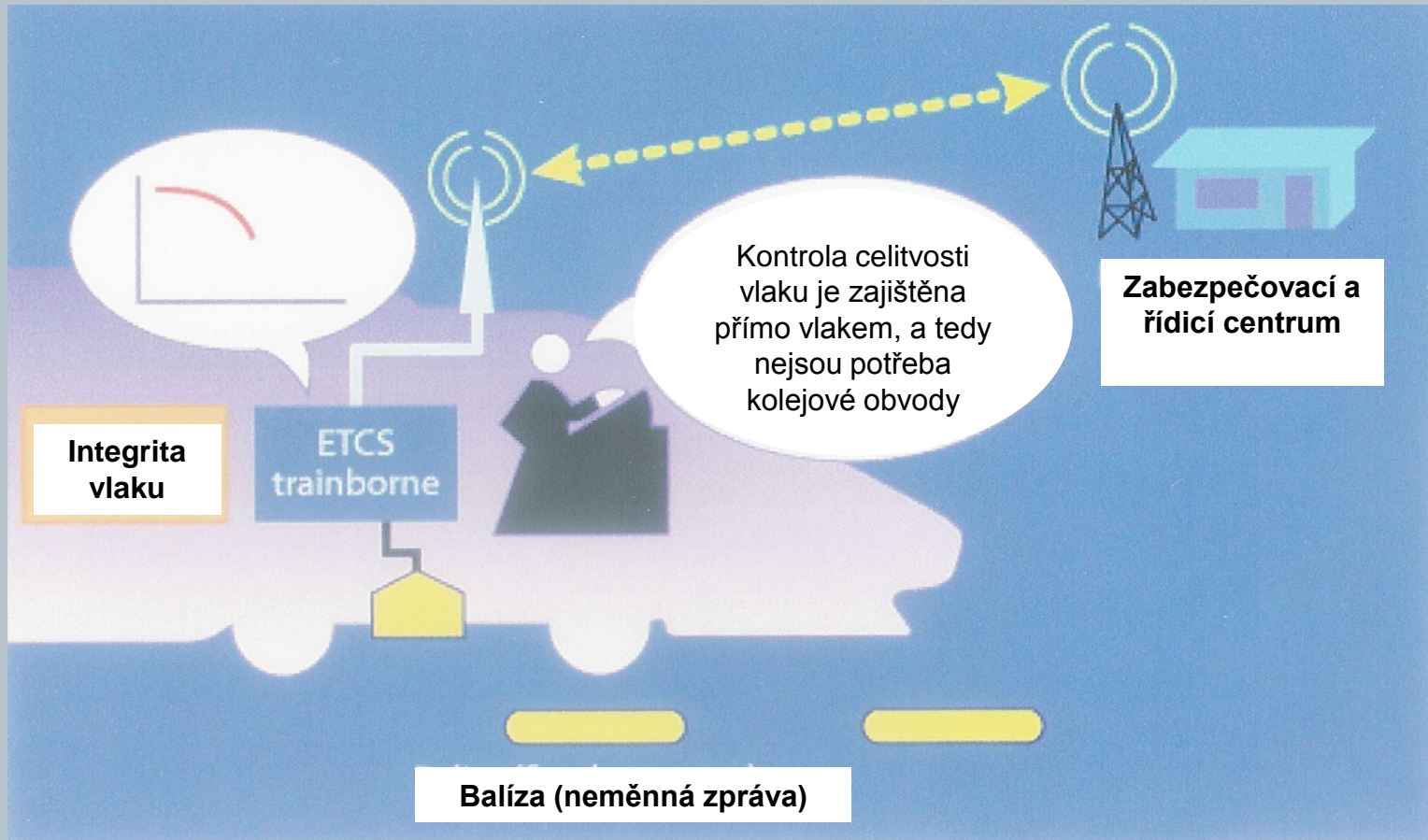
ETCS úroveň 3

- Umožňuje vlaku samostatně provádět funkce k zjišťování polohy
- Lokalizace i kontrola celistvosti se děje průběžně
- Možnost zrušení traťových oddílů
- V rádiové centrále se sbírají data o pohybu vlaků a vydávají se povolení k jízdě.

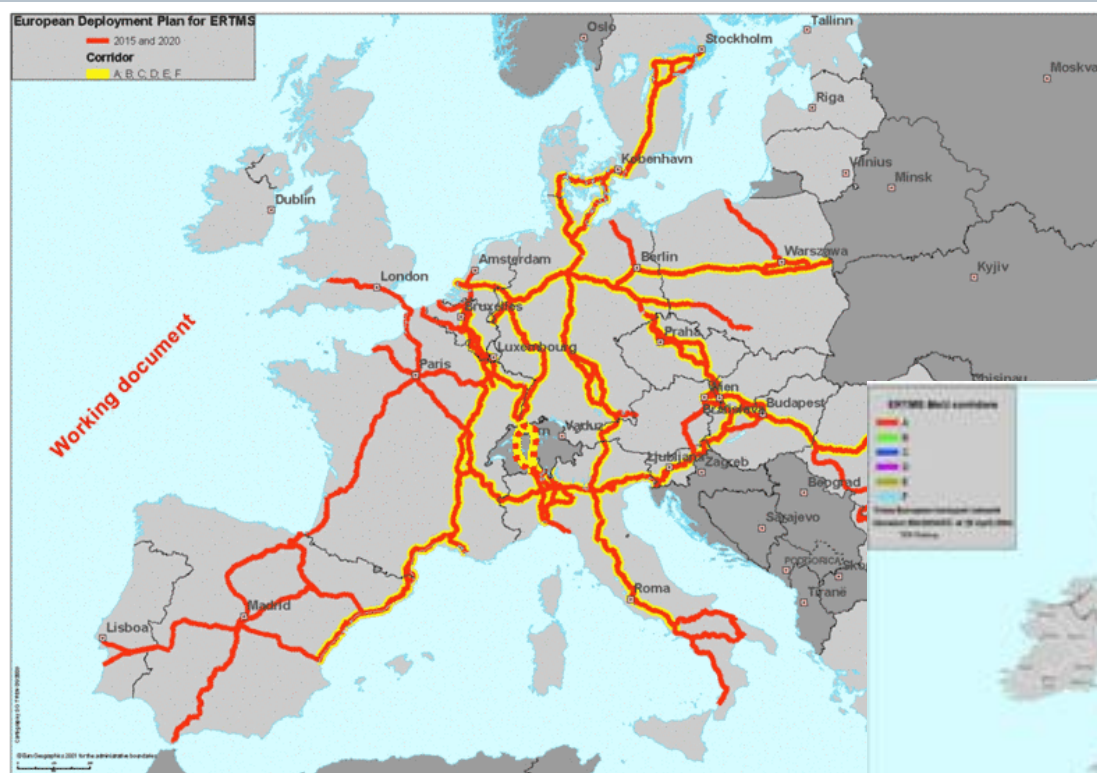


Zdroj: Vorlíček J. GSM-R A ZABEZPEČENÍ DRÁŽNÍHO PROVOZU

ETCS úroveň 3



ERTMS v Evropě



Source: <http://www.rff.fr/en/the-network/europe-on-rails/european-network/major-cross-border-projects>

6 evropských koridorů pro nákladní dopravu

A: Rotterdam - Ženeva

B: Stockholm – Neapol

C: Antverpy - Basilej - Lyon

D: Valencia – Lyon – Ljubljana -
Budapest

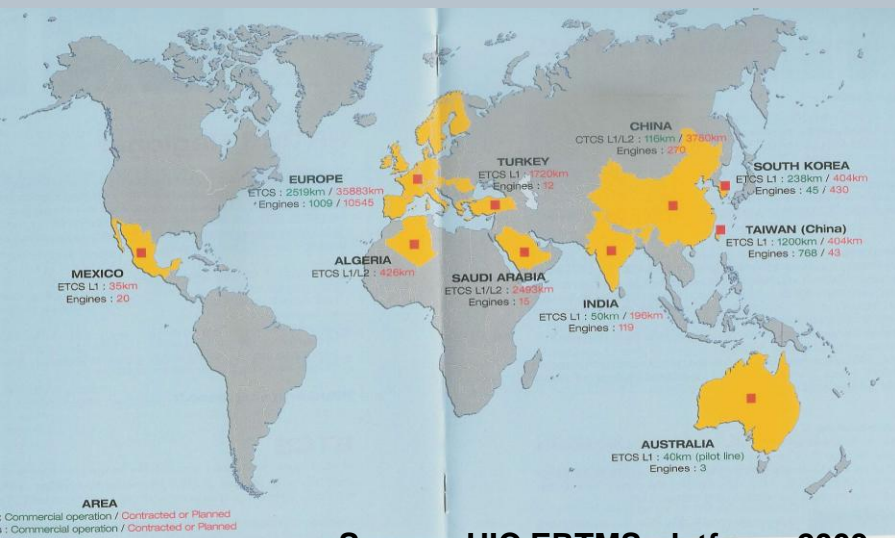
E: Dresden – Prague - Budapest

F: Duisburg – Berlin – Warsawa



Source: <http://www.railwaygazette.com/news/single-view/view/ec-sets-out-ertms-deployment-deadlines.html>

ERTMS celosvětově

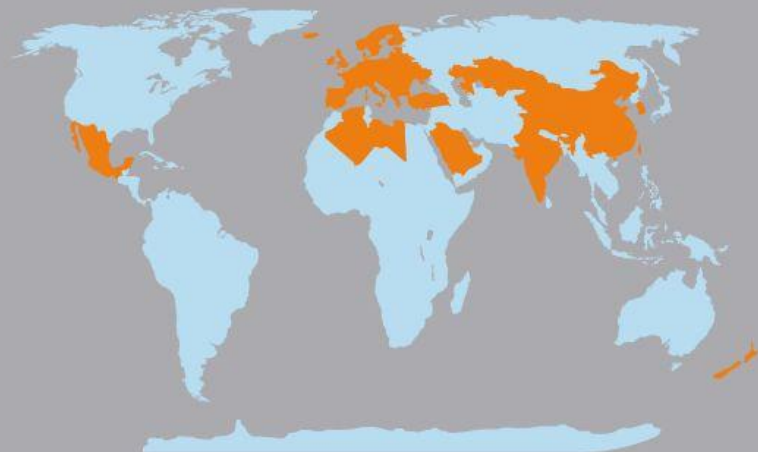


Source: UIC ERTMS platform, 2009

> Countries

> Global Map

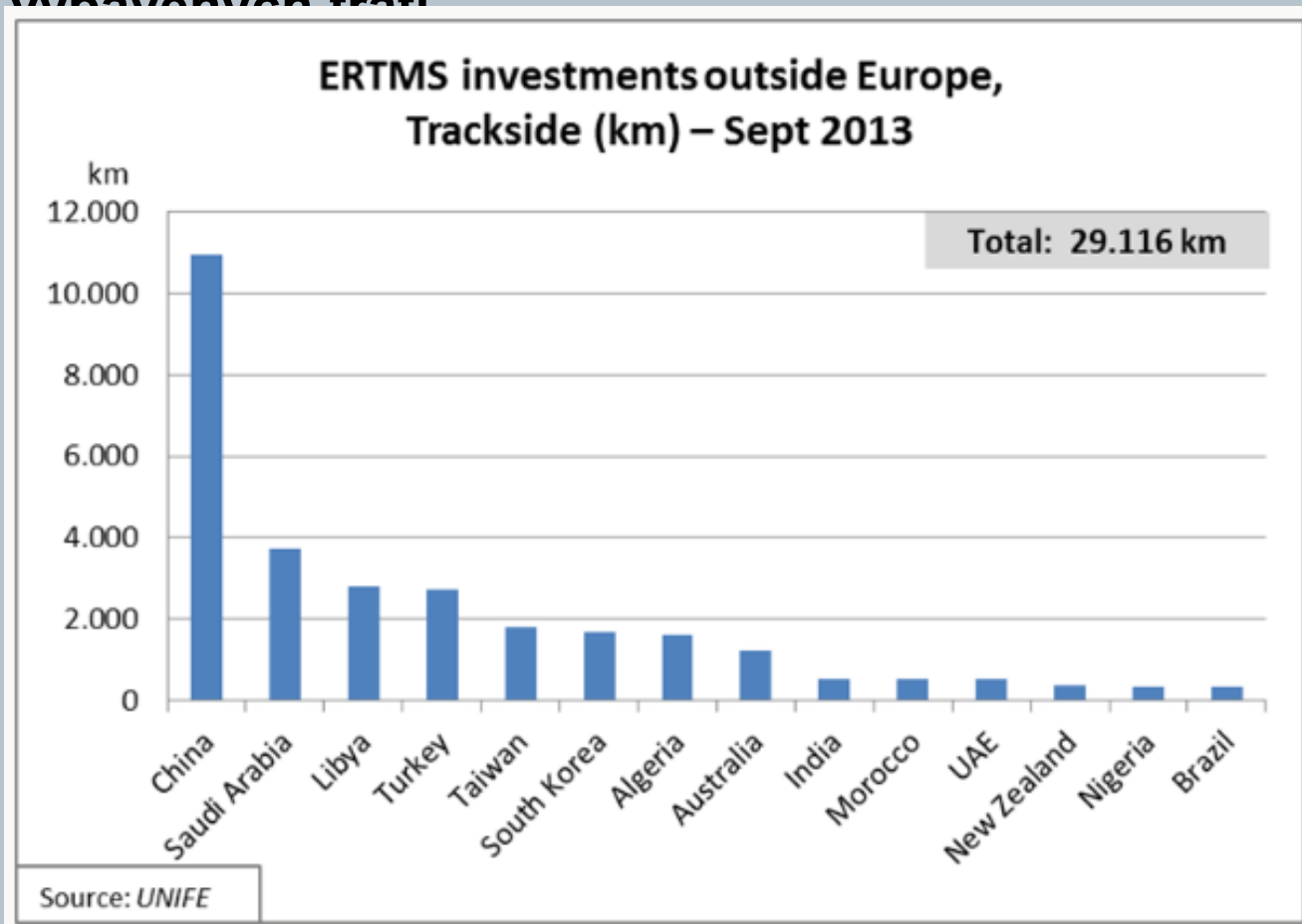
- Algeria
- China
- Europe
- India
- Kazakhstan
- Libya
- Mexico
- New Zealand
- Saudi Arabia
- South Korea
- Taiwan
- Turkey



Source: www.ertms-online.com, 2012

ERTMS celosvětově

Zavedení ERTMS systému v jednotlivých zemích mimo Evropu dle km vybudovaných tratí



Source: <http://www.ertms.net>

ERTMS v České republice

- Tratě
 - Trať Poříčany – Kolín – pilotní provoz, ERTMS 2
 - Projekt pokračuje realizací Kolín-Břeclav, očekává se v r. 2014
 - Od roku 2014 by měl být ETCS zaveden v trasách: Děčín st. hranice - Praha - Česká Třebová - Brno - Břeclav st. hranice,
 - Dále: Lanžhot st. hranice - Břeclav - Přerov - Ostrava - Petrovice u Karviné st. hranice a Česká Třebová - Přerov, resp. Prosenice.
 - dále by se měly připojit ještě úseky: Praha - Plzeň - Cheb st. hranice a Praha - České Budějovice - Horní Dvořiště státní hranice.
- Snaha o využití evropského programu TEN-T pro rozvoj transevropské dopravní sítě (menší spolufinancování)



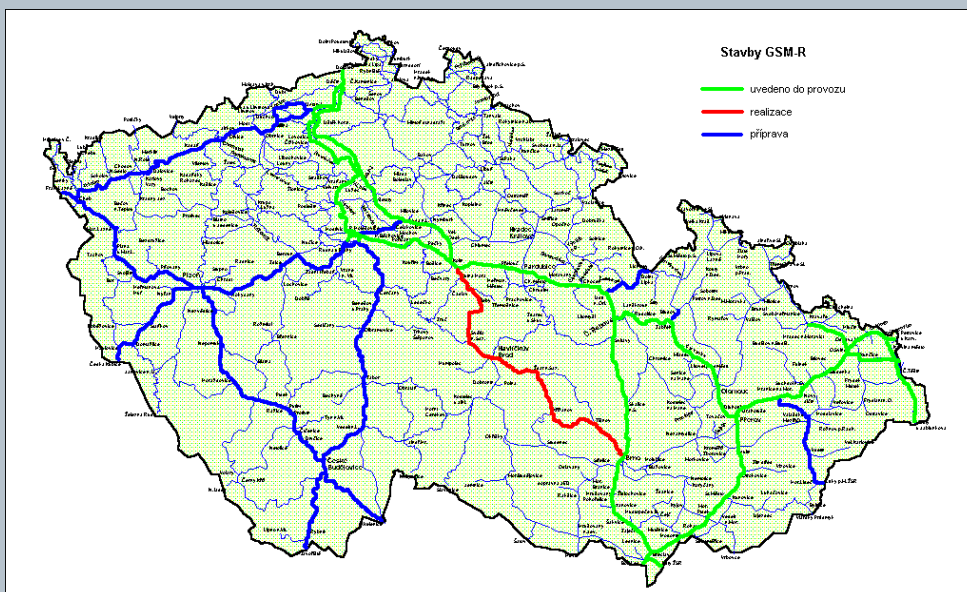
ERTMS v České republice

- Pilotní projekt:



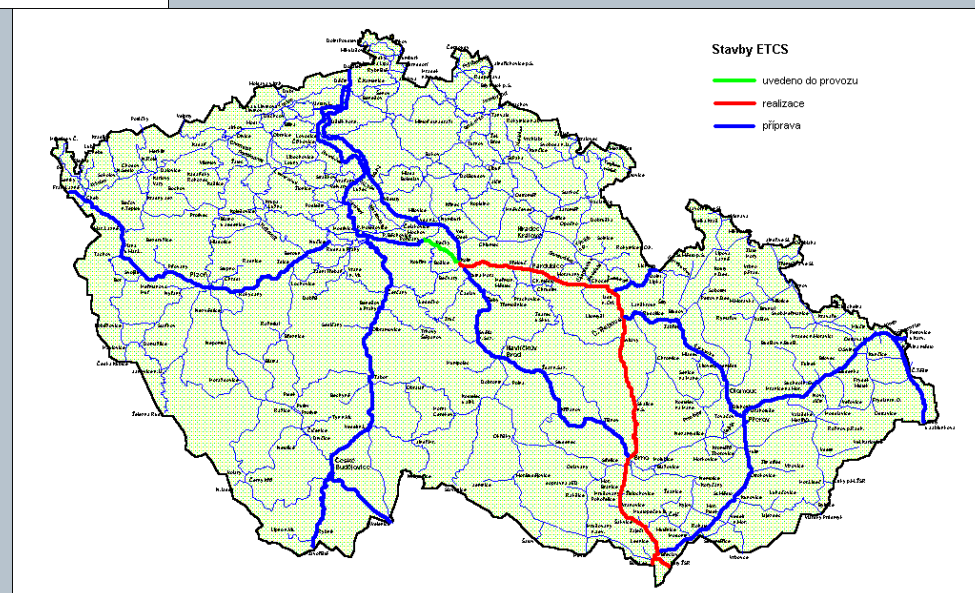
Zdroj: Varadinov P. Zavádění ERTMS v České republice

ERTMS v České republice



- 2014 pokryto GSM-R sítí cca 1100 km (převážně 1. a 3. železniční koridor),
- Vybaveno více než 1300 vozidel

- ETCS systém ve výstavbě



Zdroj: SŽDC. Modernizace evropské železniční sítě na území CRv České republice

Legislativní podpora ERTMS

- Směrnice 2001/16/ES
- Zabývá se následujícími oblastmi
 - Nezbytnými požadavky na systém
 - Technickou specifikací interoperability, která musí být přijata v souladu s procedurami definovanými v této směrnici
 - Dalšími evropskými specifikacemi, včetně norem evropských normalizačních organizací CEN, Cenelec a ETSI
- a mnoho dalších předpisů
- V červenci 2009 Evropská komise vyhlásila, že ETCS je povinné pro všechny projekty spolufinancované EU, které zahrnují výstavbu nebo upgrade signalizačního zařízení, a GSM-R je povinné pro projekty, kde je vylepšována komunikace

GSM-R

- Systém GSM-R se zrodil v roce 1993 zásluhou Mezinárodní unie železniční dopravy UIC (Union International de Chemin de Fer).
- Spadá pod standard EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), (vyvíjen ve spolupráci s evropskou standardizační autoritou ETSI))
- Česká republika se prostřednictvím společnosti České dráhy k projektu připojila v roce 1997 podpisem memoranda MoU EIRENE)



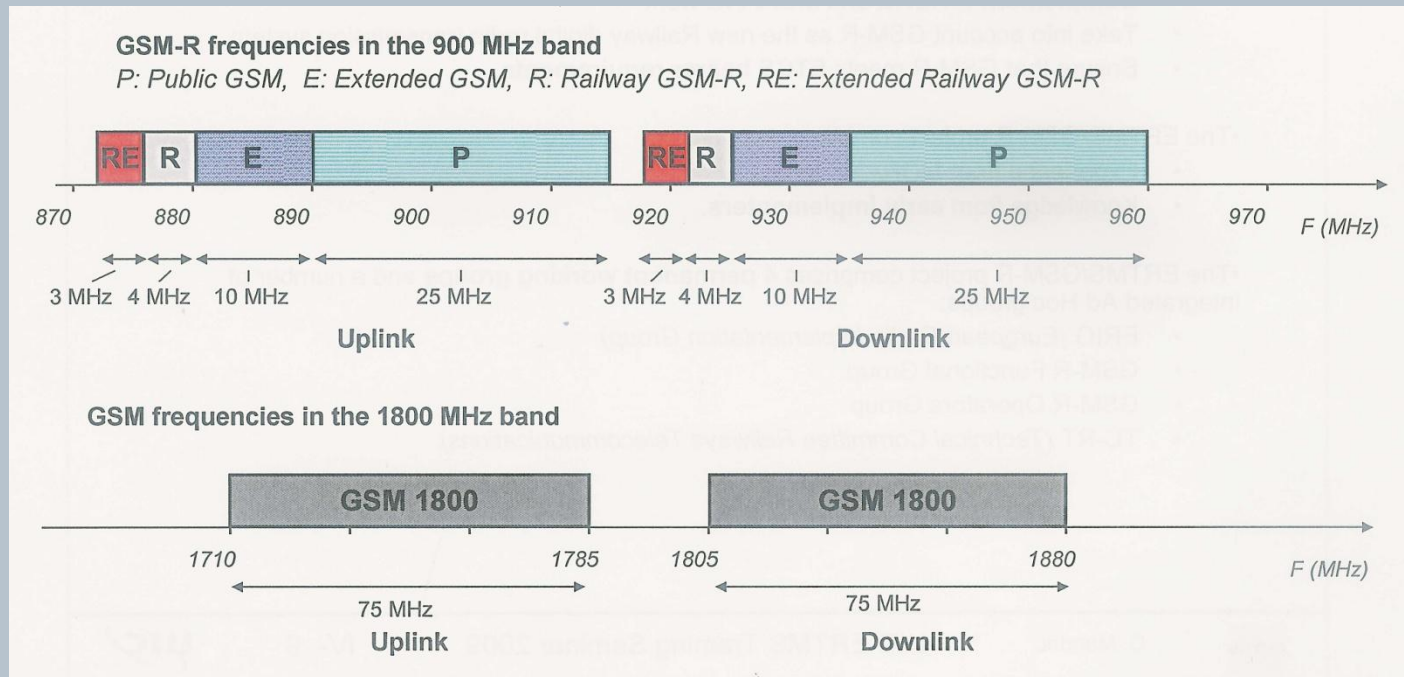
Source:
www.gsmweb.cz

GSM –R rozdíly oproti GSM

- Většina rozdílů oproti GSM se týká bezpečnosti a spolehlivosti.
- Pokrývá jen omezené území v těsném okolí trati, a to co nejdůsledněji bez hluchých míst (i v tunelech, hlubokých údolích, atd.
- Buňky značně rozlehlé, přesněji řečeno dlouhé a úzké
- Používá směrové antény na velmi vysokých stožárech
- Umožňuje nastavování stupňů priority sestavovaných spojení
- Nabízí skupinová spojení, kdy je možné spojení s celou předem definovanou skupinou uživatelů.

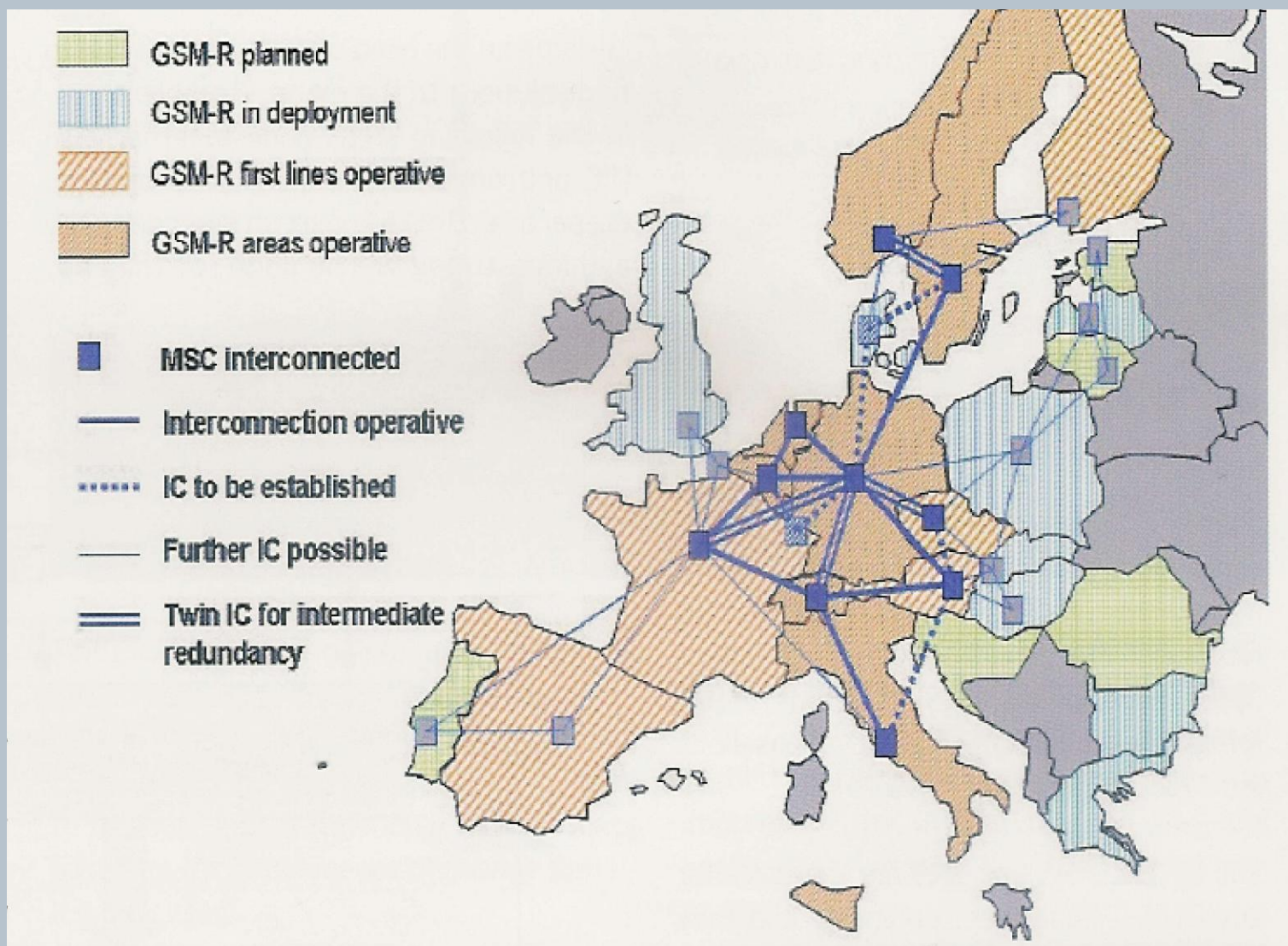
GSM-R frekvence

- GSM-R byly vyhrazeny speciální frekvence v GSM pásmu (R + RE)



Source: ERTMS/GSM-R 3 Focus, March 2009

GSM-R v Evropě



Source: ERTMS/GSM-R 3 Focus, March 2009

Automatické vedení vlaku

Automatické vedení vlaku CRV&AVV

- Systém automatického vedení vlaku navržen pro automatické brzdění na cíl umožňující optimalizaci a úspory energie
- Základní částí systému je centrální regulátor vozidla **CRV**, zajišťující automatickou regulaci rychlosti, regulaci trakčního agregátu, řízení brzd, spolupráci dynamické brzdy s brzdou samočinnou a násobné řízení vozidel ve vlaku.
- Blok automatického vedení vlaku **AVV slouží pro automatické cílové** brzdění a energetickou optimalizaci jízdy vlaku.
- Celý tento systém tvoří automatické řízení vlaku **ATO (automatic train operation)**.

Automatické vedení vlaku (AVV)

- Již od 60. let regulátory cílového brzdění
- Zvyšuje bezpečnost
- Modulární struktura pro různé stupně automatizace
- Přizpůsoben mezinárodnímu využití
- Na vstupu není potřeba informace o hmotnosti soupravy, počtu trakčních vozidel, apod.
- Spolupracuje s ERTMS/ECTS
- Využívá multijazykové modely

Automatické vedení vlaku (AVV)

- Systém automatického vedení vlaku je určen pro automatizaci řízení kolejových vozidel
- poskytuje následující funkce:
 - ruční řízení vozidel
 - řízení vozidla s automatickou regulací rychlosti jízdy
 - řízení v režimu automatického cílového brzdění a vedení vlaku
 - násobné řízení vozidel

Části systému automatického vedení vlaku

- CRV&AVV se skládá ze tří částí
 - funkční - tvořena řídicím počítačem a snímači traťových informačních bodů
 - traťové - soubor traťových informačních bodů
 - datové - obsahuje popisy tratí a data z jízdních řádů vlaků, uložena v paměti řídicího počítače.

Centrální regulátor vozidla (CRV)

- Hlavním úkolem CRV je dodržování nastavené rychlosti.
- K udržování požadované rychlosti se využívá regulace výkonu nebo regulace brzdy.
- Vrcholnou částí systému je regulátor cílového brzdění a optimalizátor jízdy vlaku.

Regulátor cílového brzdění a optimalizátor jízdy vlaku

- Respektování traťové, stanovené i návěštěné rychlosti
- Samočinné brzdění k místům se sníženou hodnotou rychlosti a k místům zastavení
- Samočinné zastavení s vysokou přesností u nástupišť příslušných stanic a zastávek
- Vysoká časová přesnost a energeticky optimální dojezd do cíle
- Úspora trakční energie
- Rádiový přenos dispečerských datových příkazů na vlak (volitelně)
- Vyžaduje přenos informací z tratě

Trat'ová část

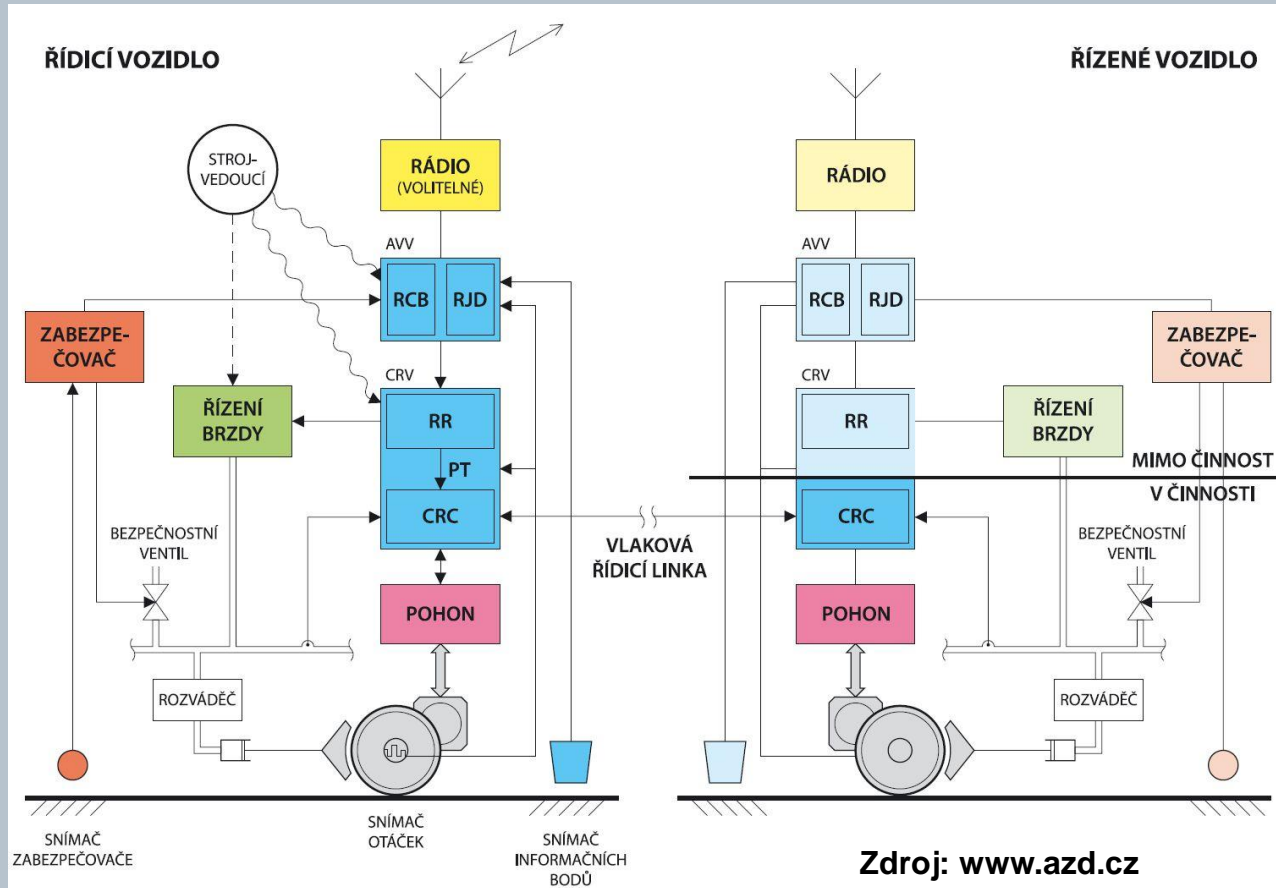
- Skládá se z trat'ových informačních bodů uložených v kolejišti.
- Informační bod se skládá ze dvou dřevěných nebo plastových hranolů o délce přibližně 6 m uložených podélně v kolejišti.
- V těchto hranolech je podle speciálního algoritmu umístěno 8 permanentních magnetů, které dávají přes 30000 různých kombinací kódu.
- Informační bod dává naprosto přesnou informaci o okamžité poloze vlaku. Informace o povolené rychlosti, návěstidlech, sklonu tratě, atd. obsahuje funkční část.
- Systém je odolný vůči nepřechtení některých informačních bodů. Při nepřechtení je strojvedoucí vyzván k ručnímu ovládání vlaku.
- Informační body musejí být umístěny za každým kolejovým rozvětvením.

Informační body

- Magnetické informační body v žst. Poříčany
- Například trať Praha – Kolín obsahuje 162 bodů, což představuje 2,6 bodu na jeden kilometr.



automatické vedení vlaku -schéma



Legenda:

RCB – blok cílového řízení)

RJD – blok řízení jízdní doby

AVV – automatické vedení vlaku

RR – blok regulátoru rychlosti

CRC – blok centrálního řídicího členu

CRV – centrální regulátor vozidla

PT – signál „poměrný tah“

System pro diagnostiku kolejových vozidel DPV

- Zajišťuje **sběr, vyhodnocení a zobrazování dat** z CRV, AVV i z ostatních systémů (pohon, pomocné pohony, dveřní počítače, topení, WC, požární ústředna a další)
- Přenos signálů do/z dalších vozů vlaku
- Řízení vozových zařízení (vnitřní osvětlení, informační systém, dveře apod.)
- Zjišťování a zobrazení sestavy vlaku, výpočet délky, hmotnosti a brzdících procent vlaku
- Ukládání poruchových zpráv a vybraných provozních dat
- Zpětný záznam dat
- Rozhraní pro servisní PC
- Vícejazyčné provedení

Základní parametry systému automatického vedení vlaku

Přesnost udržování rychlosti	± 1 kmph
Dráhová přesnost zastavení	± 2 m
Časová přesnost dojezdu	Typicky ± 10 s
Úspora trakční energie	Typicky 20 až 50 %
Počet řízených vozidel ve vlaku	neomezen

Děkuji za pozornost



Odkazy

- SŽDC. Nejezchleb Mojmir. Modernizace evropské železniční sítě na území ČR. Trendy evropské dopravy. 2014. Dostupné prosinec 2014 z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/ted-2014/prezentace/nejezchleb_mojmir.pdf
- ERTMS web pages www.ertms.net
- www.ertms.com
- <http://gsm-r.uic.asso.fr/>
- www.eur-lex.europa.eu
- UIC ERTMS platform. ERTMS Training Programme 2009 Handbook
- ERTMS factsheets: ERTMS LEVELS Different ERTMS/ETCS application levels to match customers' needs
- Madoc D. Erig celebrated years of fruitful activity. UIC ERTMS/GSM-R 3 Focus, March 2009
- <http://www.azd.cz/en/products/systems-for-rail-transportation/products/automatic-train-protection-system/automatic-train-operation-crvavv/>
- Varadinov P. Zavádění ERTMS v České republice. Správa železniční dopravní cesty <http://www.acri.cz/cz/images/stories/prednasky/ertms+petr+varadinov.pdf>
- Kopecký F. Telematika a železniční doprava. Konference EVROTRAFIC 2006 http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/F045755C-BCFD-4495-83E8-A8C50E5E5E96/0/Telematika_a_zeleznicni_doprava.pdf
- Dlabaja J. Radioblok pro bezpečný provoz tratí. Automa 10/2009
- Thomas Rieckenberg. Telematik im Schienenverkehr - Möglichkeiten, Perspektiven und Hemmnisse. ETR, October 2007, č. 10, s. 632 – 635, translation Jiří Mencl, korektura: ODIS