

České vysoké učení technické  
v Praze - Fakulta dopravní



K620 – Ústav dopravní telematiky

**SDT**

**Železnice 4.0.**

-

**technologie moderní  
železnice 21. století**

doc. Ing. Martin Leso, Ph.D.

Praha

01.06.2021

**Student Scientific Conference**

**MODERN RAILWAYS FOR THE 21st CENTURY**

Project SGS – SVK 46/21/F6



# Železnice jako Inteligentní dopravní systém (ITS)?

- **Hlavním cílem a účelem ITS** je zajistit optimální a efektivní systém řízení dopravních a přepravních procesů na stávající infrastruktuře, přičemž by mělo dojít k naplnění následujících hlavních cílů:
  - Zvýšení přepravních výkonů (kapacita a efektivita) dopravy
  - Zvýšení parametrů bezpečnosti a spolehlivosti dopravy
  - Zlepšení ekonomiky a návratnosti vložených investic
  - Zajištění udržitelné mobility a tvorby integrovaných dopravních systémů IDS
  - Zvýšení atraktivity a využitelnosti dopravy

***Je to realizovatelné také na české železnici ???***



# Koncept světa ITS

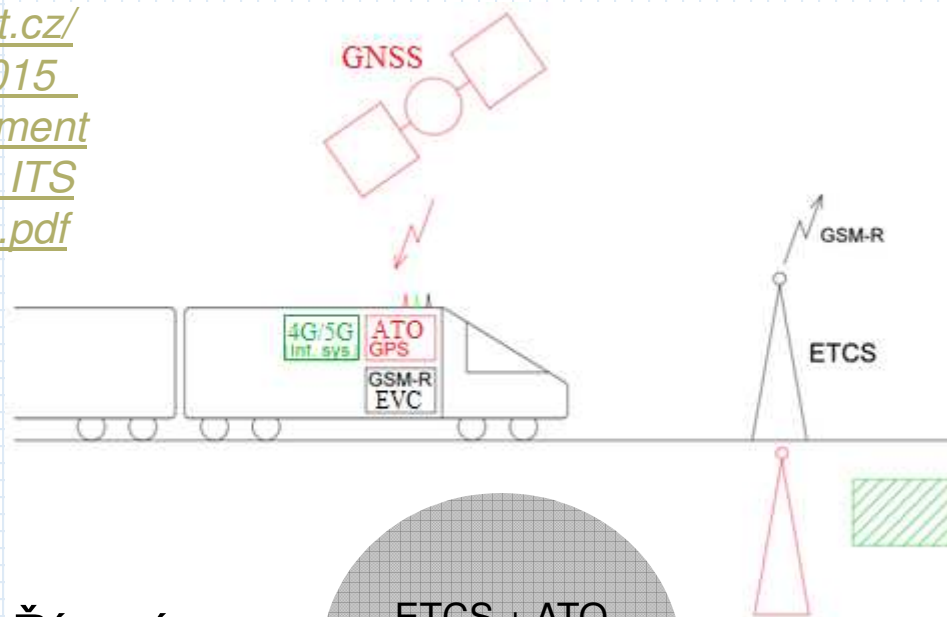


zdroj: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---dopravni-telematika/>



# ITS-Railway Poziční dokument SDT k dalšímu rozvoji telematiky v železniční dopravě (2015)

[http://www.sdt.cz/dokumenty/2015/Pozicni\\_dokument\\_SDt\\_rozvoj\\_ITS\\_na\\_zeleznici.pdf](http://www.sdt.cz/dokumenty/2015/Pozicni_dokument_SDt_rozvoj_ITS_na_zeleznici.pdf)



Řízení a  
zabezpečení

ETCS + ATO  
GSM-R/FRMCS

Operativní  
řízení  
provozu

Dopravní a  
logistické  
procesy

GPS  
4G/  
5G

Internet,  
informace pro  
pasažéry

Služby pro  
pasažéry



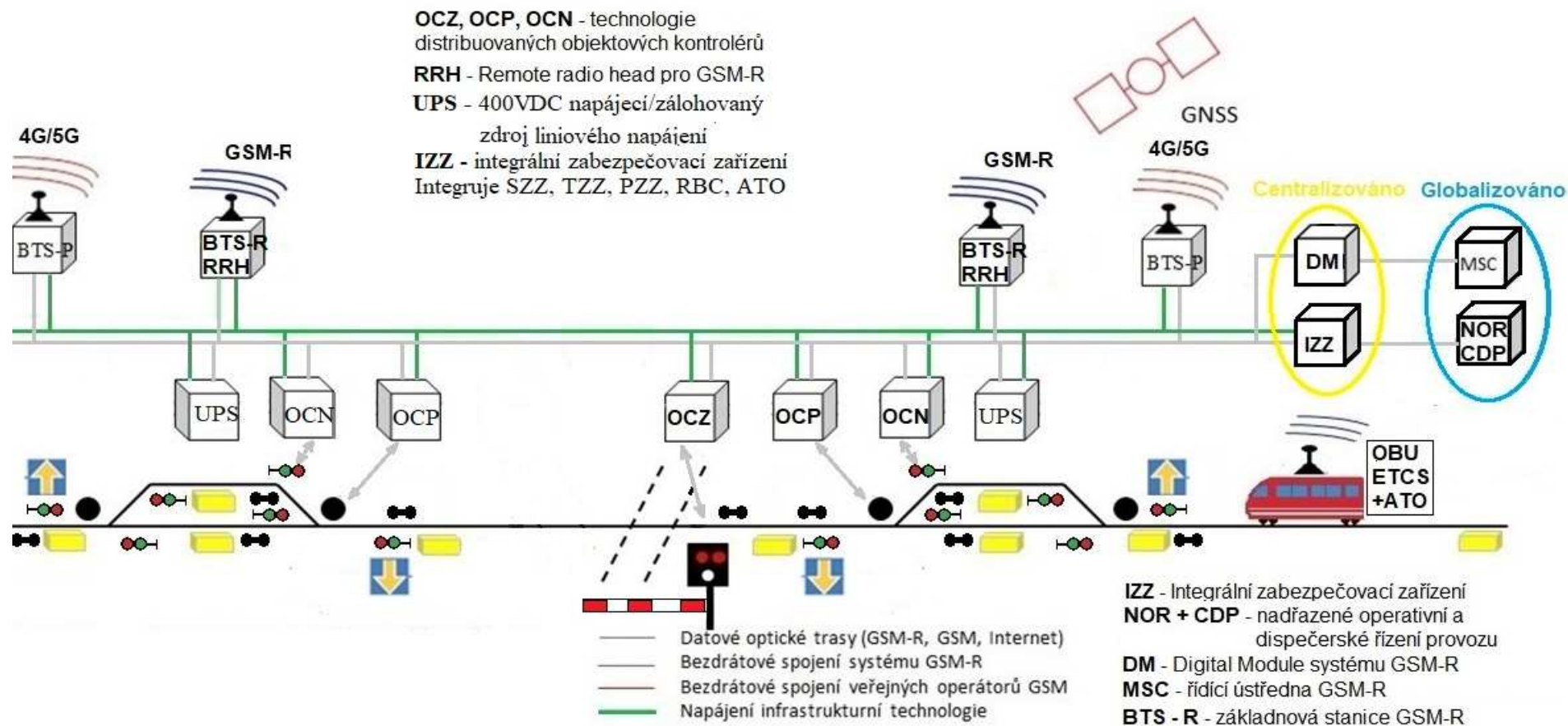
# Koncept - Železnice 4.0.



- Technologické rozpracování vize ITS-R
- Představeno v rámci Bezpečnostní komise MDČR v 7 až 9 / 2020
- Systematická a komplexní obměna technologie řízení a zabezpečení železnice ČR – naplňuje cíle digitálního průmyslu 4.0.
- Základní filozofie řízení je směřována na vozidlo „**vozidlo pod kontrolou**“ prostřednictvím radiové komunikace GSM-R (hlas + data)
- Technologie pro všechny typy tratí (TEN-T, celostátní i regionální dráhy)
- V současné době největší nutnost obměny mimo koridorových tratí a především regionálních tratí
  - Jedná se o cca. 7 000km tratí
  - dlouhodobé zanedbávání modernizace
  - jednokolejné tratě s menší intenzitou dopravy
  - vysoký počet přejezdů
  - vysoká potřeba provázanosti s regionální dopravou – železnice jako páteř integrovaných dopravních systémů



# Architektura konceptu Železnice 4.0.



# Hlavní komponenty systému - infrastruktura

- Liniové přenosové a napájecí sítě (LPN)
- Hlasová a datová komunikace (HDK)
- Objektový kontrolér (OC)
- Integrovaná zabezpečovací zařízení (IZZ)
- Nadřazené operativní řízení (NOR)



# Hlavní komponenty systému - vozidla



- Všechny vlaky vybavené OBU ETCS s datovou komunikací s infrastrukturou (GSM-R + GPRS)
- Systém ATO – optimální navádění na jízdní trajektorii
- Integrita vlaku – potenciál pro další minimalizaci prvků v infrastruktuře (počítače náprav, návěstidla), potenciál přechodu na ETCS L3 – zlevnění infrastruktury
- GNSS – potenciál pro další minimalizaci prvků v infrastruktuře (baliza) – určování polohy vlaku průjezdem definovaného bodu podle GNSS souřadnic
- Palubní systémy datové a hlasové komunikace – využití 4G/5G





# LPN - Liniové přenosové a napájecí sítě

## ▪ **Optické datové spoje**

- Datová komunikace pro zab. zař.
- GSM-R
- GSM-P (sítě 4G/5G)
- rychlý internet pro pokrytí území

## ▪ **Optické spoje a technologie**

- Perimetrický systém – narušení dráhy
- Diagnostika závad kolejí (diagnostické vlákno detekující mechanické rázy ve svršku)



# Metalická vedení pro napájení technologií

- Liniové napájení - rozvod (400VDC)
  - Metalické vedení Meď (Cu) 10mm<sup>2</sup>
  - 2 nezávislé linky (4 vodiče paralelně)
  - Napájení z více stran a napaječů s bateriovou zálohou
  - Využití levných a dostupných technologií (konektory, přepětové ochrany, elektronické měniče 400V/24VDC)
  - Předpokladem je používání **nízkopříkonových technologií** (BTS < 150W, Ocx < 50W, prvky LPN<20W)
- **Výhodnější oproti současnému řešení**
  - Magistrální rozvod 6kV/75Hz(50Hz) – velmi drahé
  - Liniový rozvod 230V/50Hz – malý dosah, nelze napájet z více míst
  - Lokální přípojky 230V/50Hz + místní bateriové zálohy – drahé – nutno kromě výkopu zřídit podružný odběr



# HDK – Hlasová a datová komunikace

- Založeno na rozšíření stávající páteřní sítě GSM-R (po 2030 + nástupce FRMCS) prostřednictvím optimalizované architektury s distribuovanými BTS
- Vytvoření technologických podmínek pro umístění komponent sítí mobilních operátorů
- Poskytnutí (pronajmutí) nebo spolufinancování technologie (přenosové, napájecí a mechanické prvky) veřejným operátorům
  - Poskytnutí hlasových a datových služeb pro cestující a dopravce
  - Využití datových sítí pro pokrytí území rychlým internetem

**? Projekt Digitální Česko 2018+ i se zapojením železnice?**



# OC(x) - Objektový kontrolér

- Distribuovaná periferní (vstup/výstup) technologie
- OC je ve funkci
  - OCN – ovládání návěstidla
  - OCP – ovládání přestavníku
  - OCZ – ovládání závory a světel na přejezdu
- Umístěno v kolejišti v blízké vzdálenosti od ovládaných prvků
- Každý OC obsahuje jednotku pro počítačový bod počítače náprav (PN)



# IZZ – Integrální zabezpečovací zařízení

- Integruje všechny funkce realizující výpočet podmínek pro povolení jízdy vozidel
  - Integruje funkce SZZ, TZZ, PZZ, RBC, ATO
  - Rozhraní pro nadřazené systémy operativního řízení (NOR)
  - Může být výhodně realizováno jako centralizovaný (cloud) vzdálený systém komunikující s OC přes datovou síť



# Zabezpečení přejezdů

- Zabezpečení **všech** míst křížení pozemní komunikace a železnice

## 3 Typy zabezpečení

- 1) Světla + závory, kamerový systém (záznam stavu přejezdu při vyhlášení výstrahy kamerou, detekce překážky)
- 2) Výstražná světla na méně významných komunikacích
- 3) Mechanická závora s výstražnými světly, komunikátor, dálkově ovládaný EMZ, detekce uzavření závory, kamera

U všech kategorií PZZ instalace komponent C-ITS 5.9GHz, případně také technologie wifi a bluetooth pro varování účastníků silničního provozu



# Co nám to přinese / umožní ?

- Komplexní a plošné využití ETCS L2, potenciál k ETCS L3 – vozidla pod přímou kontrolou včetně optimalizace jízdy (ATO) založené na pokrytí železniční infrastruktury ČR systémem GSM-R (FRMCS)
- Vytváří podmínky pro pokrytí železniční infrastruktury ČR kvalitním signálem mobilních sítí 4G/5G
- Využívá zkušeností projektu C-ROADS v oblasti C-ITS a přenáší je do prostředí železniční dopravy
- Zvýšení kapacity a plynulosti dráhy => efektivita železnice v dopravním systému ČR
- Umožňuje integraci železnice do dopravního systému ČR napříč druhy dopravy a regiony
- Sleduje optimální poměr investic / provozní náklady / efektivitu dráhy
- Jednodušší projektování a konfigurace, rychlá instalace, levnější údržba



# Co nám to přinese / umožní ?

- Cenově srovnatelné v případě instalace klasického SZZ, TZZ a PZZ s lokálním řešením, navíc ale
  - plná funkce ETCS L2, možnost přechodu na L3
  - zvýšení traťové rychlosti,
  - vyšší kapacity infrastruktury (jízda vlaků v následu)
- Ocx, LPN a napájení lze řešit univerzálními komerčními technologiemi COTS (Commercial off-the-shelf)
  - cenově výhodné
  - využití univerzálních, masově dostupných průmyslových komponent
- Otevřená platforma (definice funkcí a rozhraní systému)
  - průmyslový ethernet
  - otevřené rozhraní a specifikace (např. EULYNX)
- Umožnění jízdy lehkých kolejových vozidel (LRTV) na klasické infrastruktuře – řešení pro regionální tratě





# Kdo už to má?

- SBB - Program modernizace pro švýcarský železniční sektor



<https://www.smartrail40.ch/>

**Digitale Schiene**  
##### Deutschland

<https://www.digitale-schiene-deutschland.de/de/digitale-schiene>

## ÖBB and Siemens Mobility

The 'Distributed Smart Safe System' (DS3) enables the virtualisation of most signalling components, such as interlocking computers or ETCS computers.

<https://www.globalrailwayreview.com/news/114905/obb-siemens-mobility-digital-interlocking-architecture/>



BANE NOR

CFL

DB NETZE

INFRABEL

NetworkRail

ÖBB  
INFRA

ProRail

RFI

SBB CFF FFS

SNCF

Slovenske železnice

TRAFIKVERKET

Finnish Transport  
Infrastructure Agency

<https://www.eulynx.eu/>



SPRÁVA  
ŽELEZNIC

Železnice 4.0. ?



Děkuji za pozornost  
[www.dsfd.cvut.cz](http://www.dsfd.cvut.cz) / [lesomart@fd.cvut.cz](mailto:lesomart@fd.cvut.cz)

