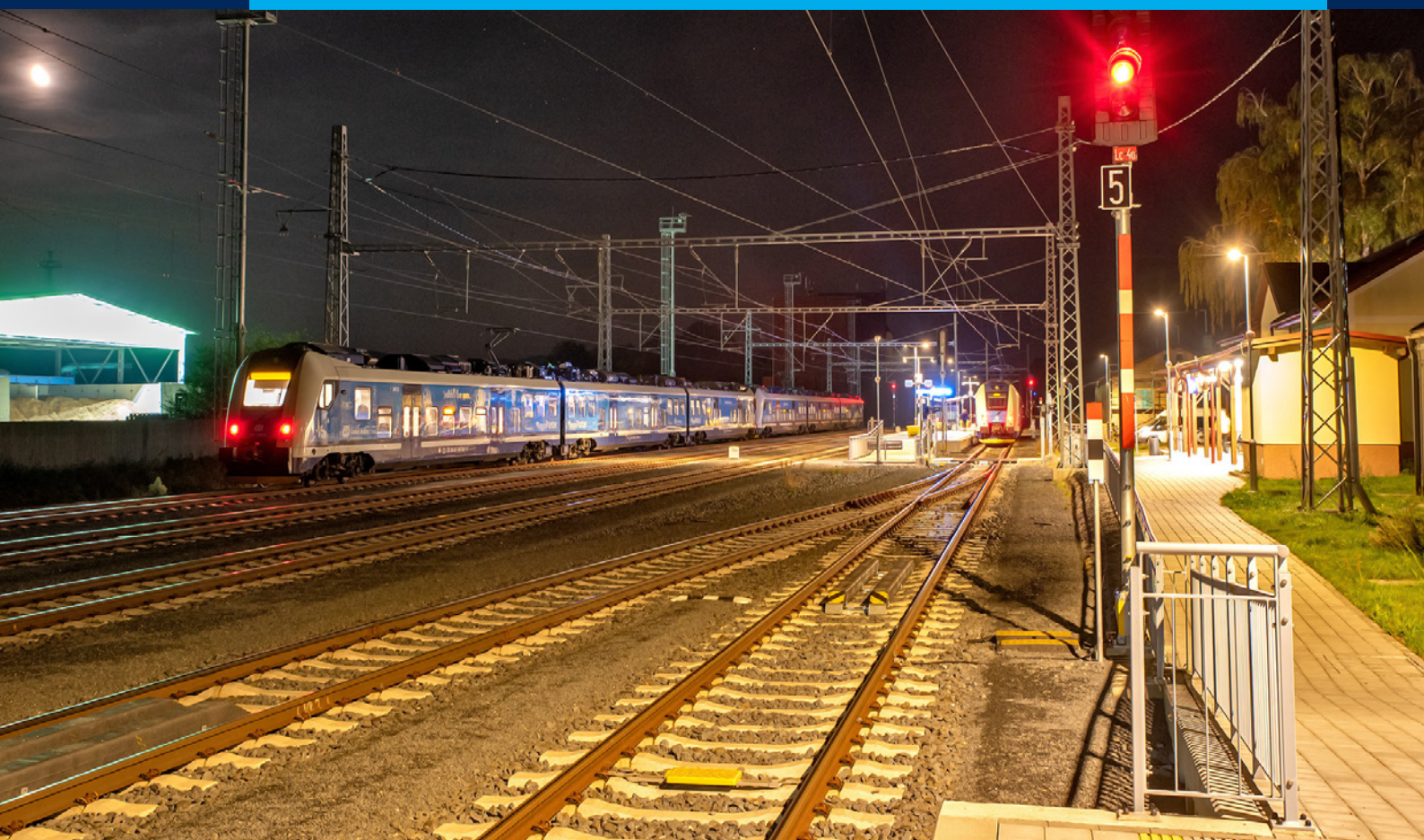


# Konference sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici

7.–9. listopadu 2023  
Clarion Congress Hotel Olomouc



Rychle a bezpečně II



Příjemný pobyt v Olomouci Vám přeje  
pořadatel Správa železnic a generální partner  
konference AŽD Praha



Ministerstvo dopravy



**Olomoucký kraj**

Konference se koná pod záštitou ministra dopravy Martina Kupky  
a pod záštitou hejtmána Olomouckého kraje Josefa Suchánka



P R A H A

generální partner



ČD-TELEMATIKA

TTCMARCONI

hlavní partneři

AVULDATE

CLARYSTONE\_

kontron



MONZAS

RETIAN



signal  
PROJEKT

STARMØN

partneři



11. ročník

# **Konference sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici**

Rychle a bezpečně II

7. – 9. listopadu 2023

Clarion Congress Hotel Olomouc

**Odborný garant konference:**

Ing. Martin Krupička  
Ředitel odboru zabezpečovací a telekomunikační techniky  
Správa železnic, státní organizace

**Přípravný výbor konference:**

*Předseda:*

Ing. Vladimír Říha  
Správa železnic, Centrum techniky a diagnostiky

*Členové:*

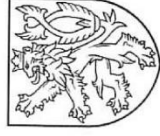
Ing. Martin Krupička  
Správa železnic, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky  
Ing. Jiří Kaláč  
Správa železnic, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky  
Richard Kolář  
Správa železnic, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky  
Monika Svobodová  
EXPOmedia, s.r.o.

Za věcnou správnost odpovídají autoři jednotlivých příspěvků!  
Sborník neprošel jazykovou korekturou.

Vydal: Správa železnic, státní organizace  
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

**[www.konferenceszt.cz](http://www.konferenceszt.cz)**





MINISTR DOPRAVY

Martin Kupka

přebírá

**ZÁŠTITU**

nad Konferencí sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici  
**Rychle a bezpečně II**

V Praze dne 26. září 2023

A handwritten signature in blue ink, reading "Martin Kupka".

*Hejtman Olomouckého kraje*

*Ing. Josef Suchánek*


*uděluje*

**ZÁŠTITU**

*akci*

**Konference sdělovací a zabezpečovací  
techniky na železnici**

*7. - 9. 11. 2023, Olomouc*



*V Olomouci dne 12. 9. 2023*

## OBSAH

<b>Digitální železnice .....</b>	<b>8</b>
<i>Ing. Radek Dobiáš, Ph.D., MBA; Bc. Radek Volf, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>Autonomní železnice .....</b>	<b>13</b>
<i>Ing. Antonín Diviš, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Zkušenosti s provozem ETCS v ČR .....</b>	<b>15</b>
<i>Ing. Vladimír Říha, Správa železnic, Centrum techniky a diagnostiky</i>	
<b>Příprava staveb s ETCS L2 .....</b>	<b>19</b>
<i>Ing. Martin Trögel, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>Digitální technická mapa železnic.....</b>	<b>25</b>
<i>Ing. Libor Vavrečka, Správa železnic, Správa železniční geodézie</i>	
<b>Hlavní novinky související s vydáním TSI CCS 2023 .....</b>	<b>29</b>
<i>Ing. Jakub Marek, Ph.D., MIRSE AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Zkušenosti s procesem „trackside approval“ Agentury Evropské unie pro železnice .....</b>	<b>40</b>
<i>Ing. Michal Bahenský Správa železnic, GŘ, Odbor přípravy staveb</i>	
<b>Praktické aplikace ATO over ETCS .....</b>	<b>47</b>
<i>Dr. Ing. Aleš Lieskovský, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Mezinárodní spolupráce přeshraniční projekty a ETCS.....</b>	<b>53</b>
<i>Mgr. Ing. Radek Čech, Ph.D., Správa železnic, GŘ, Odbor mezinárodních vztahů</i>	
<b>Digitální dvojče v činnostech AŽD.....</b>	<b>58</b>
<i>Ing. Lubomír Macháček, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Provozní zkušenosti se systémem SIRIUS 3.0 .....</b>	<b>61</b>
<i>Ing. Jiří Holinger, STARMON s.r.o.</i>	
<b>BIM při přípravě a realizaci staveb .....</b>	<b>65</b>
<i>Jan Hlawatschke, Ing. Stanislav Vitásek, Ph.D., Správa železnic, GŘ, Odbor strategie</i>	
<b>BIM – pomocník nebo povinnost.....</b>	<b>70</b>
<i>Mgr. Václav Kudělka, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Plány v oblasti digitálních rádiových sítí.....</b>	<b>78</b>
<i>Bc. Ondřej Borovský, MBA, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	

---

<b>Aspekty implementace FRMCS v přenosové síti</b> .....	81
<i>Ing. Jiří Rott, Cisco Systems, Ing. Martin Škvor, Clarystone</i>	
<b>Aplikační vrstva systému FRMCS</b> .....	83
<i>Ing. Martin Bajer, TTC MARCONI s.r.o.</i>	
<b>Diagnostika a stav moderních rádiových systémů na železnici</b> .....	86
<i>Ing. Petr Vítek, Kontron Transportation s.r.o.</i>	
<b>Změna manuálu a popis sdělovacího zařízení na VRT</b> .....	92
<i>Ing. Jiří Kapička, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>IOT &amp; bezpečnost v železnici</b> .....	94
<i>Vojtěch Richter, TTC MARCONI s.r.o.</i>	
<b>Zobrazovače pro ISC z produkce firmy STARMON</b> .....	97
<i>Ing. Ondřej Kovář, Ing. Pavel Ryšávka, STARMON s.r.o.</i>	
<b>Diagnostika metodou akustických vibrací</b> .....	104
<i>Ing. Ladislav Smatana, DSRailTech, a.s.</i>	
<b>Moderní trendy diagnostiky železničního svršku, SENSONIC</b> .....	107
<i>František Frýbort, AŽD Praha s.r.o. Yannick Maier, Sensonic GmbH</i>	
<b>Snímkování infrastrukturních objektů</b> .....	110
<i>Ing. Tomáš Liška, Ph.D. FoxCom s.r.o.</i>	
<b>Měření pokrytí koridorů signálem veřejného operátora</b> .....	117
<i>Ing. Pavel Cídl, Český telekomunikační úřad</i>	
<b>Problematika diagnostiky GSM-R</b> .....	123
<i>Ing. Jiří Šustr, Správa železnic, Centrum techniky a diagnostiky</i>	
<b>Novinky v zabezpečení výhybek</b> .....	126
<i>Ing. Jiří Hlaváč, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Modernizace malého zkušebního okruhu</b> .....	131
<i>Ing. Jan Vašků, Výzkumný Ústav Železniční, a.s.</i>	
<b>Digitalizace v oblasti řízení provozu</b> .....	138
<i>Ing. Martin Šturma, AŽD Praha s.r.o., Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice</i>	
<b>Datové Vazby mezi zabezpečovacími systémy (přínosy a omezení)</b> .....	143
<i>Ing. Jiří Uhlíř, AŽD Praha s.r.o.</i>	

---

<b>Požadavky pro zvýšení rychlosti na 200 km/h z pohledu zabezpečovacího zařízení .....</b>	<b>150</b>
<i>Ing. Libor Mrhálek, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>Novinky z oblasti PZS .....</b>	<b>154</b>
<i>Ing. Marcel Klega, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>Zkušenosti s provozem balíz .....</b>	<b>158</b>
<i>Jan František Sedláček, Správa železnic, GŘ, Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky</i>	
<b>Nové testovací vozidlo pro digitální technologie .....</b>	<b>161</b>
<i>Autor Jan Krejčí, AŽD Praha s.r.o.</i>	
<b>Zástavby OBU ETCS pro speciální vozidla SŽ .....</b>	<b>163</b>
<i>Igor Ivanov AŽD, Praha s.r.o.</i>	

## **DIGITÁLNÍ ŽELEZNICE**

**Ing. Radek Dobiáš, Ph.D., MBA; Bc. Radek Volf**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

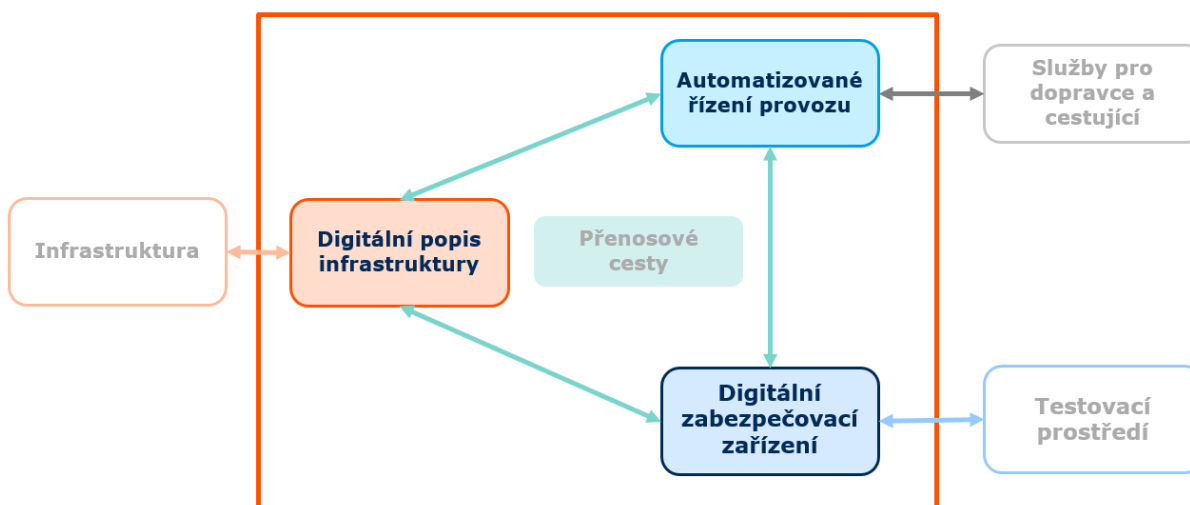
Záměrem digitální železnice je získat více kapacity dráhy, vyšší spolehlivost a dostupnost železniční dopravy a též přesnost a předvídatelnost pro koncové zákazníky železnice.

Příspěvek je rozdělen do dvou částí. V první části pojednává o vizi „Digitální železnice“ a druhá část je věnována „Digitální testovací trati Chomutov – Vejprty“.

### **1. DIGITÁLNÍ ŽELEZNICE**

Digitalizace je dnes velice moderním a možná i nadužívaným termínem. V dnešní době se nálepkou digitalizace označuje řada věcí. Co by ale tento termín měl znamenat v prostředí železnice?

„Digitální železnice“ je označením nového přístupu k budování a rozvoji technologických zařízení určených k řízení drážní dopravy včetně technologických prvků zabezpečovacích zařízení a digitálního popisu infrastruktury.



Obr. 1 – Schéma Digitální železnice

Tři základní pilíře digitální železnice tvoří následující oblasti:

- 1) Digitální popis infrastruktury;
- 2) Automatizované řízení provozu;
- 3) Digitální zabezpečovací zařízení.

#### **1.1. Digitální popis infrastruktury**

Základním předpokladem digitálního popisu infrastruktury je tzv. digitální dvojče infrastruktury, tedy přesný, jednotný a průběžně aktualizovaný popis infrastruktury.

Pro jakoukoli navazující aplikaci digitální železnice je právě přesný a aktuální popis infrastruktury nutností. Nadcházející výzvou pro Správu železnic je vytvoření jednotného popisu infrastruktury, včetně stanovení jeho správce, kdy musí dojít k centralizaci pravomocí a odpovědnosti v problematice správy a aktualizace dat.



V rámci Digitálního popisu infrastruktury je potřeba integrovat všechny pasporty, DTMŽ (Digitální technická mapa železnic) a modely BIM jednotlivých staveb. Toto vytvořené digitální dvojče infrastruktury následně bude sloužit ke všem činnostem spojených s užíváním železniční infrastruktury např. jako:

- a) Evidence reálného stavu infrastruktury (integrace/nahrazení pasportů);
- b) Podklady pro nové projekty (dokumentace stávajícího stavu infrastruktury);
- c) Podklad pro plánování údržby;
- d) Nástroj pro automatickou tvorbu potřebných dokumentací pro provozování železniční dopravní cesty (např. TTP, popisy infrastruktury, plánky, dokumentace, adresné SW atd.).

### **1.2. Automatizované řízení provozu**

Automatizované řízení představuje další vývojový milník stávajících systémů dálkového ovládání a s vyšší integrací provozních aplikací (dále používána zkratka „TMS“ – Traffic Management System). Dispečer by místo přímého řízení provozu spíše dohlížel nad plánovaným průběhem a pomáhal systému s rozhodnutími při řešení konfliktů. Přímou by do řízení provozu zasahoval pouze v kritických nebo vynucených případech.

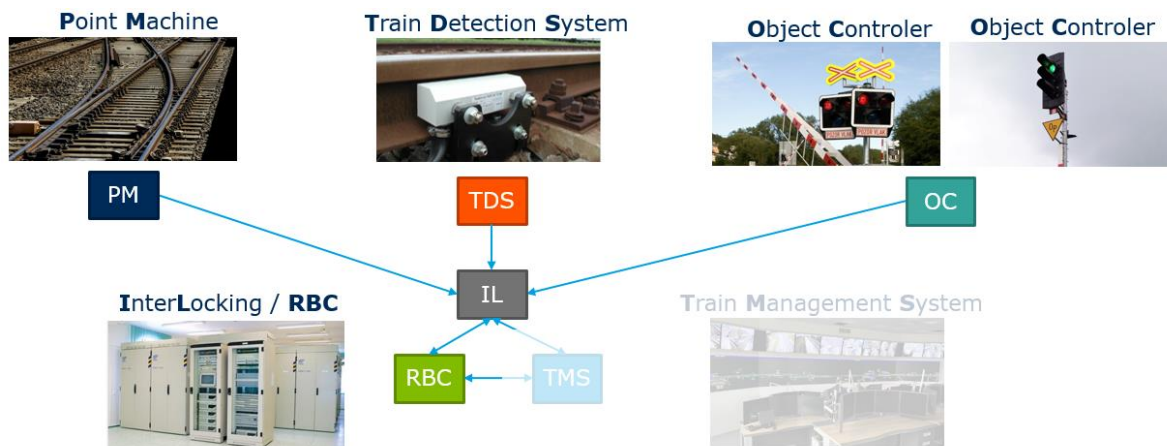
Pro dispečera by se tedy hlavním zadávacím vstupem mohl stát Grafikon vlakové dopravy (GVD). Prostřednictvím GVD by dispečer sledoval plnění jeho pravidelného průběhu a v případě potřeby se mohl dostat i do zadávací úrovně např. prostřednictvím Jednotného obslužného pracoviště (JOP).

Základním předpokladem automatizovaného řízení provozu je integrace automatizačních prostředků jako ASVC (Automatické Stavění Vlakových Cest) a ATO (Automatic Train Operation).

### **1.3. Digitální zabezpečovací zařízení**

U digitálních zabezpečovacích zařízení se počítá s větší modularitou, než je ve stávajícím stavu. Tato oblast je silně specifikována TSI CCS (Technické specifikace pro interoperabilitu – řízení a zabezpečení). S používáním vlakového zabezpečovače ERTMS/ETCS se v Evropském prostoru počítá na desetiletí dopředu. Již dnes jsou jasné vývojové trendy, ke kterým bude docházet a ve střednědobém časovém horizontu bude nutná jejich implementace. Digitální zabezpečovací zařízení by měla plně využít potenciálu těchto změn. Místo stávajícího přístupu, kdy je systém ERTMS „ohýbán“ na konvenční zabezpečovací zařízení musí dojít k větší integraci a provázání dosavadních a „nových“ systémů.

Jednotlivé prvky zabezpečovacích zařízení a jejich periférií (souhrnně prvky) bude zapotřebí moci modulárně přidávat a odebírat, bez nutnosti výměny navazujících prvků. Jednotlivé prvky jsou vyobrazeny na obr. 2 a samotný princip znázorněn na obr. 3.



Obr. 2 – Prvky zabezpečovacích zařízení

PM – Point Machine/Přestavník

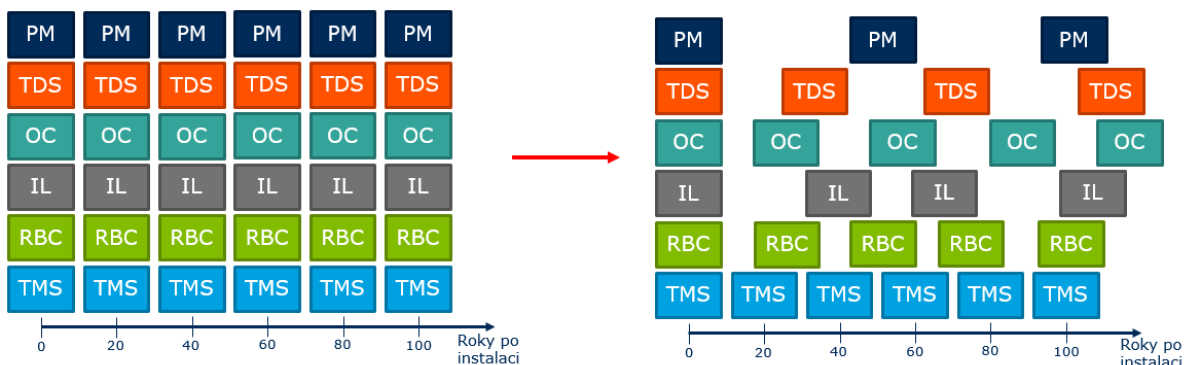
TDS – Train Detection System/Systém detekce vlaku

OC – Object Controller/Objektový kontrolér

IL – Interlocking/Stavědlo

RBC – Radio Block Central/Radiobloková centrála

TMS – Traffic Management System/ Systém řízení dopravy



Obr. 3 – Princip navazování prvků

Takováto změna architektury, na tzv. modulární, umožní instalaci jednotlivých prvků nezávisle na okolních prvcích, a to za podmínky znalosti rozhraní mezi prvky. V krátkodobém horizontu pravděpodobně půjde o proprietární řešení výrobců, kteří budou smluvně zavázáni tyto rozhraní nezávisle navazovat. Ve střednědobém horizontu by se mělo jednat o univerzální rozhraní popsané specifikacemi EULYNX.

Do budoucna by se samozřejmě mělo jednat o distribuovaná zabezpečovací zařízení s umožněním i tzv. zabezpečovacím zařízením v cloudu. Již dnes by se měla v rámci tendrů na zhotovitele požadovat řešení, která budou „cloud ready“.

#### 1.4. Shrnutí Digitální železnice

Digitální železnice není revolucí v pravém smyslu, jde pouze o další stupeň vývoje systému zabezpečovacích zařízení, které umožňují dnešní technologie. Popsané změny v architektuře jsou kvůli končící životnosti zařízení a nedostatku jejich náhradních dílů nevyhnutelné.

Díky popsaným změnám v článku může docházet ke zvýšení kapacity dráhy bez nutnosti budování nových úseků tratí a dalších kolejí, například zavedením tzv. „pohyblivých bloků“ v případech kdy máme informace o integritě vlaku. Detailní znalosti infrastruktury, díky digitálnímu dvojčeti infrastruktury, v konečném důsledku bude generovat úsporu provozních nákladů i redukovat požadavky na lidské zdroje. Automatizační systémy řízení dopravy pak přispějí k vyšší efektivitě a přesnosti provozu na tratích.

## 2. DIGITÁLNÍ TESTOVACÍ TRATĚ CHOMUTOV – VEJPRTY

Pro zajištění výše uvedených cílů digitální železnice je třeba nové technologie předem vyzkoušet, otestovat a integrovat a k tomu bude sloužit projekt Digitální testovací trati Chomutov – Vejprty.

Projekt má za cíl vybudovat Digitální testovací trat včetně kompetenčního centra digitalizace železnice. Tento projekt je inspirován obdobným projektem provozovaným Deutsche Bahn (DB) Digital Rail Test Field route v úseku mezi Annaberg-Buchholzem a Schwarzenbergem.

Prvním krokem Správy železnic je vybudování testovací trati/polygonu na české straně a dále ji navázat na již provozovanou testovací trať DB na německé straně. Realizací tohoto projektu se vybuduje jediný a jedinečný přeshraniční zkušební železniční polygon správců infrastruktury v celé EU.



Obr. 4 – Situační mapa české části projektu

Tato Digitální testovací trať bude složit k testování velkého spektra technologií od radiových systémů 5G/FRMCS, digitálních železničních zabezpečovacích zařízení, automatického provozu vlaků, ETCS apod.

Propojením těchto testovacích tratí by se otevřeli možnosti testovat německé technologie na českém území a opačně a to nejen pro správce infrastruktury a dopravce, ale také pro železniční průmysl. Projekt bude umožňovat spolupráci univerzit, výzkumných institucí, výrobců, dopravců a manažerů infrastruktury na základě transparentních a rovných podmínek pro jednotlivé subjekty.

Délka úseku testovací trati je dlouhá cca 10 km na českém území a je předpokládána mezi dopravami Vejprty a Kovářská.

Lokalita byla vybrána ze tří hlavních důvodů:

- Lze na státní hranici navázat na německou testovací trať;
- Neprobíhá zde pravidelná osobní doprava, osobní doprava pouze o víkendech od dubna do října a nákladní doprava je zde minimální. Testování technologií na hlavních železničních koridorech znamená omezení provozu a limitovaný čas na testování, takže pro testování jsou zcela nevhodné;
- Železniční trať navazuje na TEN-T trať v žst. Chomutov.

Je předpokládáno, že víkendový provoz osobní dopravy bude zachován a pro potřeby testování budou využity pracovní dny.

Úsek testovací trati bude vybaven tak, aby bylo možné jej využít pro instalaci různých technologií. Kolem trati budou vybudovány otevíratelné žlaby, kabelovaly, a prázdné technologické domky (včetně možnosti využití prostor výpravní budovy ve Vejprtech, která k tomuto účelu bude upravena) včetně zajištění konektivity. Zapojené subjekty do projektu budou moci tuto infrastrukturu za předem daných podmínek volně využívat. Předpokládá se vyžití infrastruktury modelem FIFO (First In, First Out), tedy v případě vyžádání kapacit některých technologických částí, bude vytvořena fronta testů na základě data založení požadavku.

## 2.1. Cíl projektu

Primárním cílem projektu je zajištění nutné potřeby Správy železnic testovacího prostředí pro rychlejší a efektivní nasazování nových technologií zabezpečovacích zařízení a železničních radiových sítí, tedy i konceptu „digitální železnice“ popsaného v kapitole 1 tohoto článku.

Cílem projektu dále je:

- Vytvoření kompetenčního centra digitalizace železnice (kvalifikovaný personál);
- Aplikace poznatků k urychlení modernizace a digitalizace železničního sektoru;
- Zvýšení konkurenceschopnosti českého průmyslu;
- Provádění ESC testů (ETCS System Compability);
- Spolupráce na přeshraničním testování (např. navázání ETCS L2 na přeshraničních úsecích)
- Transfer zkušeností s DB Netz.

Vedlejšími efekty projektu:

- Zlepšení česko-německých vztahů;
- Navázání spolupráce na projektech;
- Navázání spolupráce s univerzitami;
- Zvýšení atraktivity regionu;
- Možnosti zachování stávajícího provozu na trati.

Předpoklad začátku realizace projektu (přípravná etapa) je v roce 2024.

## 3. ZÁVĚR

Přechod k digitální železnici představuje pro Správu železnic, státní organizaci velkou výzvu do budoucna. Od základu změní všechny zavedené postupy a procesy. Pokud bude tato výzva správně uchopena, může přinést vyšší bezpečnost a spolehlivost, nižší náklady na úpravy infrastruktury a především lepší zákaznický zážitek pro cílové zákazníky.

# **AUTONOMNÍ ŽELEZNICE**

**Ing. Antonín Diviš  
AŽD Praha s.r.o.**

## **1. ÚVOD**

Současná situace kolem železnice neustále přináší řadu výzev, které by ji měly znovu zařadit do pozice moderního módu dopravy s dlouhodobou perspektivou a potvrdit její význam jako strategického infrastrukturního prostředku nezbytného pro další rozvoj státu a společnosti. Mezi témata v této oblasti patří i otázka autonomního provozu, který by měl kromě dalších možností rozšiřování kolejové dopravy přispět i k řešení takových otázek, jako je aktuální situace na trhu práce a stále klesající množství dostupné pracovní síly, která chybí při vykonávání železničních profesí, strojvedoucí nevyjímaje.

### **1.1 Klasifikace železniční dopravy**

Dnes je obvyklé, že se často hovoří o autonomních vozidlech, vozidlech, které se pohybují po železniční infrastruktuře bez obsluhy. Málokdo se zatím ale zabýval tím, za jakých podmínek a pro jaké účely se předpokládá, že může dojít k náhradě práce živé obsluhy strojním či snad robotickým způsobem. Je třeba vážit v jakých provozních módech se s autonomní funkcí počítá, jaké činnosti se od ní očekávají a nakolik je pro funkce přepravy přijatelná. Zcela jistě budou jiné požadavky na obsluhu „návozní“ tratě, které zajišťuje pouze svážení cestujících do přestupního uzlu, žádný jiný provoz na ní není, na trati se pohybuje jediné vozidlo. Jiný způsob aplikace autonomních funkcí bude na trati s provozem více vozidel, jiný bude pro dálkové rychlíkové přepravě, na vysokorychlostních tratích, při dálkové nákladní dopravě, posun atd.

### **1.2 Náhrada lidského personálu**

Při úvahách o zavádění autonomního provozu nesmíme zapomínat na sociální rozměr a to jak vůči stávajícím obslužným pracovníkům, tak i vůči aktivním uživatelům železniční přepravy – cestujícím. Každá z těchto skupin má své specifické požadavky, očekávání, které je třeba při úvahách o nahrazování stroji vzít v úvahu. U cestujících je zde zcela jistě rozměr určité podpory při přepravě, zajištění určitého pocitu, že se o ně někdo stará. Tu lze jistě částečně nahradit robotickými prostředky. Jsou ale situace, kdy přítomnost nějaké obsluhy na palubě vozidla má zcela jistě význam, a to ať už při běžném bezproblémovém provozu, tak i (a to hlavně) v případech mimořádných událostí. Ve vztahu ke strojvedoucím a obsluze vozidel je třeba myslet na to, že tito pracovníci zdaleka jen neřídí vlak, ale vykonávají a jsou odpovědní za mnoho dalších činností, které z provozem vlaku a železniční dopravy souvisejí. Proto je nezbytné uvažovat ne v rozměru náhrady, ale o efektivním využití dostupných pracovních kapacit tam, kde jsou potřeba a jsou obtížně nahraditelné, a zjednodušení práce tam, kde je lze strojově zastoupit.

### **1.3 Vystačíme si s autonomním vozidlem?**

Dnešní svět je plný náhodných jevů a plný nepředpokládaného chování každého jednoho jedince, který se na něm nachází. Ne jiné je to pro železnici. To přináší nekonečné množství rizik, které mohou ovlivnit její provoz a zdaleka ne všechny jsou spojeny s jízdou vozidla. Všechny jej ale ovlivňují a proto je nezbytné pro zajištění bezpečného provozu dostat celé toto prostředí pod kontrolu, tam kde to jde, a nebo alespoň pod nějakou formu dohledu, abychom byli schopni v dostatečném předstihu na změnu provozních podmínek reagovat. Z tohoto důvodu je tedy jasné, že pro autonomní provoz je velmi rizikové, když jediné prostředky zajišťující jízdu bezobslužného vozidla, jsou jen jeho součástí. Takový přístup velmi limituje jak vlastní identifikaci jízdu ohrožujících situací, tak i, a to hlavně, nedostatečně zajišťuje bezpečnost ve vztahu k okolnímu prostředí. Železnice má oproti

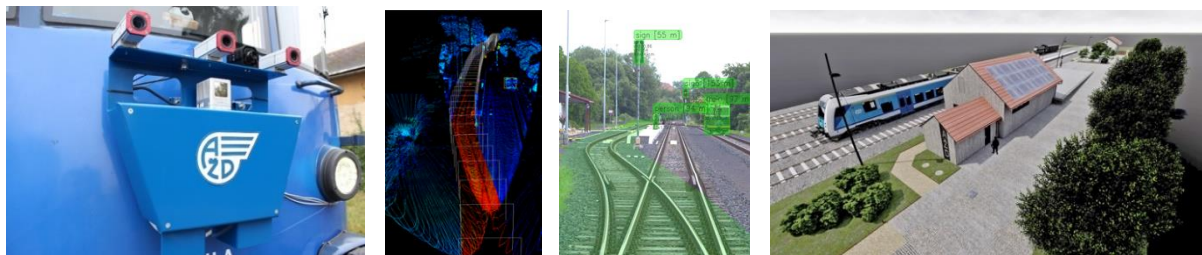
silniční dopravě obrovskou výhodou v tom, že disponuje zabezpečenou jízdni dráhou. To ji zajišťuje bezpečnou jízdu za normálních podmínek. To však ale ještě neřeší chování okolního světa a celý systém je nezbytné doplnit o další technické prostředky, které bezobslužně jedoucímu vlaku v maximální možné míře zajistí bezpečnost jízdy i vůči náhodně vzniklým situacím. Díky dnešním technickým prostředkům detekce, rozpoznání vlastností, komunikace pak můžeme nakonec získat takové vlastnosti celého dopravního systému, které budou mít lepší vlastnosti dnešní lidská obsluhu. Je to ale podmíněno tím, že se od začátku bude počítat s celým systémem – autonomní železnici.

#### 1.4 Současnost automatizace železnice

V České republice s automatizací železniční dopravy pracujeme již velmi dlouhou dobu. Již v 60. letech minulého století byly prováděny první pokusy, které přerostly v téměř celosíťové nasazení systému AVV, který je dnes provozován na více než 400 vozidlech a více než 1.500 km tratí. Tento trend aktuálně pokračuje intenzivní prací na systému ATO over ETCS, který je již dnes součástí aktuálních nových TSI CCS. Ty zavedením systémové verze 2.2 definují pro mobilní část (a též i pro část traťovou) specifikace zahrnutí automatizace jízdy vlaku jako součást jejího zabezpečení.

#### 1.5 Budoucnost autonomní železnice

Budoucnost je zcela jistě spojena s postupným zlehčováním práce obsluhy železnice nejdříve podporou a následně plným převzetím digitálními technologiemi. Zcela jistě existuje na běžné železnici množina činností, obsluhy, které již dnes mají takové vlastnosti, které jdou plně automatizovat a zajistit jejich činnost bez přítomnosti obsluhy. Společnost AŽD na těchto systémech intenzivně pracuje a to jak v úrovni vozidlových systémů, tak i v části pevné infrastruktury. Kombinace sensorických systémů na vozidle, strojového učení, identifikace objektů, řízení jízdy vozidla, součinnosti se zabezpečením traťové části, využití moderních komunikačních technologií, automatické stavění cest, distribuce dynamických jízdni profilů podle aktuální dopravní situace – to vše jsou nástroje, které v okamžiku jejich vhodné kombinace vytváří novou epochu pro železniční dopravní systému.



## 2. ZÁVĚR

Cesta k autonomní železnici nebude přímočará ani jednoduchá. Je třeba vnímat sociální rozměr celého přechodu, je třeba vnímat i oblast legislativní. Také je nezbytné vzít na vědomí, že dnešní vozidla nejsou na autonomní provoz připravena, stále existuje velké množství činností zajišťovaných obsluhou, které bude taktéž jako součást celého přerodu nezbytné automatizovat. Přitom se jedná o zcela základní aktivity jako je kontrola stavu vozidla před jízdou, obsluha osvětlení, klimatizace, kontrola prostoru pro nástup a výstup cestujících a mnohé další. AŽD tato témata velmi intenzivně řeší. Věnuje se jim v rámci evropských programů, realizuje technické demonstrátory na své trati Čížkovice – Obrnice a připravuje zcela nové kompetenční centrum moderní železnice na trati Dolní Bousov – Kopidlno, kde předpokládá testování plnohodnotného autonomního provozu. Pro něj si připravuje i zcela nové vozidlo vybavené řadou nových technologií – vozidlo EDITA.



## **ZKUŠENOSTI S PROVOZEM ETCS V ČR**

**Ing. Vladimír Říha**  
**Správa železnic, Centrum techniky a diagnostiky**

### **1. ÚVOD**

Před dvěma lety jsem svůj příspěvek na konferenci v Olomouci končil slovy: „Teprve na základě reálných jízd většího počtu vozidel vybavených schválenou mobilní částí ETCS, které budou současně pod dohledem příslušné RBC na dané trati, budeme moci ověřit skutečnou spolehlivost a dostupnost systému ETCS a další provozní záležitosti, které s provozováním systému ETCS souvisí, ať již třeba zkušenosti dispečerů (výpravčích) nebo dispečerů ETCS. Důležité pro nás samozřejmě budou i informace a zkušenosti, které získáme od jednotlivých dopravců, na základě kterých budou určeny další kroky pro případné úpravy v implementaci ETCS v České republice, a to i ve vazbě na budoucí zavádění výhradního provozu vlaků pod dohledem tohoto systému.“

Dá se říct, že tento požadavek byl naplněn, neboť od té doby reálných jízd vozidel v rámci jejich pravidelných oběhů znatelně přibýlo. Zásadním zlomem pak bylo zavedení výhradního provozu na trati Olomouc – Uničov začátkem roku 2023, neboť pouze na této trati lze dělat reálné statistiky spolehlivosti (dostupnosti) systému ETCS jako celku. Na ostatních tratích probíhá smíšený provoz, ať již s dodatečnými technickými a administrativními opatřeními nebo bez nich a vyhodnocování skutečné dostupnosti systému ETCS je poměrně obtížné, nicméně i tyto jízdy vozidel pod dohledem ETCS jsou pro nás přínosné a přináší nám důležité poznatky a zkušenosti, které nás v provozování systému ETCS posouvají zase o nějaký ten kousek dále.

### **2. MOŽNOSTI PROVOZU SYSTÉMU ETCS**

Provozování systému ETCS lze v současné době rozdělit do třech základních kategorií dle způsobu provozu, a to na:

- a) smíšený provoz systému ETCS s dodatečnými technickými a administrativními opatřeními
  - v daném traťovém úseku (stanici) souběžně jezdí vlaky s aktivní mobilní částí systému ETCS (dále také OBU) a vlaky s neaktivním OBU/nevybavené OBU,
  - vlak musí být odbrzděn na jednu zábrzdnu vzdálenost nebo mít nezávislý národní vlakový zabezpečovač,
  - strojvedoucí se řídí přednostně návěstidly,
  - k 1. 11. 2023 se to týká úseků:
    - Petrovice u Karviné – Hrušky
    - Beroun – Ejpovice
    - Kolín – Česká Třebová – Brno (mimo)
- b) smíšený provoz systému ETCS bez dodatečných technických a administrativních opatření
  - strojvedoucí se řídí informacemi na DMI (displej strojvedoucího)
  - k 1. 11. 2023 se to týká úseků:
    - Bernhardsthal (mimo) – Břeclav – Modřice (mimo)
    - Kúty (mimo) – Břeclav – Hrušky
    - Česká Třebová (mimo) – Brodek u Přerova
    - Poříčany – Praha-Běchovice – Olbramovice
    - Plzeň hl.n. (mimo) – Cheb (mimo)
    - Lichkov – Ústí nad Orlicí (mimo)

c) Výhradní provoz systému ETCS

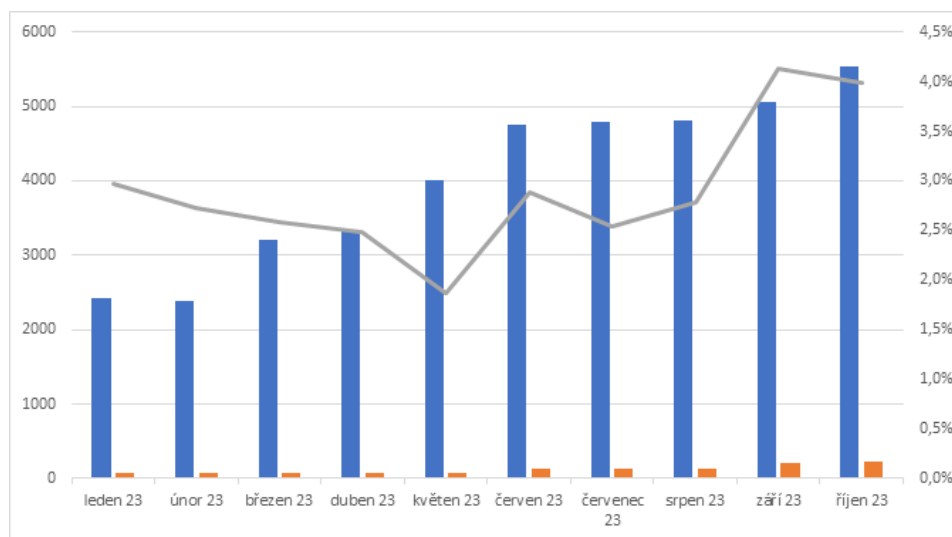
- administrativní zákaz provozu vozidel bez mobilní části ETCS (OBU)
- k 1. 11. 2023 se týká úseku:  
Olomouc (mimo) – Uničov (mimo)

### 3. STATISTIKY Z PROVOZU SYSTÉMU ETCS

Jak jsem již zmínil v úvodu, sledujeme vzestupný trend výskytu vozidel pod dohledem systému ETCS, během října tohoto roku se na železniční síti v ČR pohybovalo 244 vozidel s aktivní mobilní částí ETCS. Celkový počet vozidel vybavených mobilní částí ETCS, které jsou registrovány v centru správy šifrovacích klíčů (KMC Správy železnic) je nyní 1752.

Měsíc	Počet vlaků	Ovlivněné vlaky	Procento
leden 23	2420	72	3,0%
únor 23	2381	65	2,7%
březen 23	3206	83	2,6%
duben 23	3340	83	2,5%
květen 23	4010	75	1,9%
červen 23	4751	137	2,9%
červenec 23	4794	122	2,5%
srpen 23	4811	133	2,8%
září 23	5059	209	4,1%
říjen 23	5535	221	4,0%

Tabulka 1 - Počet vlaků jedoucích pod dohledem ETCS včetně nouzových zastavení



Graf 1 - Počet vlaků jedoucích pod dohledem ETCS včetně nouzových zastavení

### 4. POZNATKY Z PROVOZU SYSTÉMU ETCS

Na všech tratích, včetně tratě Olomouc – Uničov, kde je zaveden výhradní provoz systému ETCS, stále probíhá zkušební provoz. V rámci zkušebních provozů pak zároveň probíhají ověřovací provozy traťové části systému ETCS. Tyto ověřovací provozy jsou průběžně vyhodnocovány, zejména je posuzována bezpečnost a spolehlivost celého systému ETCS a v neposlední řadě je sledován rovněž vliv na propustnost železniční dopravní cesty.

#### 4.1 Propustnost (problematika brzdých křivek)

Se zavedením systému ETCS dojde ke zvýšení bezpečnosti na železniční dopravní cestě. Nicméně stále se vedou debaty o tom, zda a za jakých podmínek zůstane zachována propustnost (kapacita) železniční dopravní cesty nebo zda dojde k jejímu snížení. Brzdné křivky ETCS jsou restriktivnější než je běžný styl jízdy strojvedoucích a z důvodu bezpečnosti končí v určité vzdálenosti před koncem oprávnění k jízdě (dále jen EoA – „End of Authority“). V případě, kdy je za EoA zajištěna tzv. ochranná dráha, je umožněno dojetí k EoA pomocí tzv. nenulové uvolňovací rychlosti 10 až 20 km/h (dále jen RS – „Release Speed“) s tím, že hodnota RS je závislá na délce zajištěné ochranné dráhy a dalších parametrech. V případě blízkých přejezdových zabezpečovacích zařízení nebo výstražných zařízení pro přechod kolejí je RS stanovena na 10 km/h v souladu s dopravními předpisy. V praxi se pak někdy používá tzv. předsazení EoA z důvodu zajištění minimální požadované ochranné dráhy požadované pro nastavení nenulové RS. V rámci získaných zkušeností na trati Olomouc – Uničov nyní probíhá analýza získaných dat s jízd vlaků pod dohledem ETCS, aby bylo možné stanovit, zda je účelnější předsazovat EoA z důvodu vyšší hodnoty RS nebo je lepší varianta bez předsazení EoA s nižší RS.

#### 4.2 Spolehlivost/dostupnost systému – problematika nouzových zastavení vlaků

Doporučená hodnota celkové spolehlivosti systému uváděná v dokumentech Evropské železniční agentury je 99,95 %. Abychom se mohli dostat na tuto hodnotu musí všechny dílčí části systému vykazovat spolehlivost stejnou nebo spíše ještě vyšší. Vnější projev nespolehlivosti systému ETCS může být například nemožnost navázání spojení vozidla vybaveného mobilní částí ETCS s radioblokovou centrálou (dále jen RBC) nebo porucha při již navázaném spojení která při pohybu vlaku vede na jeho nouzové zastavení, které může nastat i při maximální traťové rychlosti, což je samozřejmě nežádoucí pokud k tomu není bezpečnostní důvod.

Nejčastější příčiny nouzových zastavení vlaků:

- rozpad telekomunikačního spojení



Rozpady telekomunikačních spojení závisí na spolehlivosti celého telekomunikačního řetězce mezi RBC a OBU. V běžných provozních situacích je kontrolována přítomnost rádiového spojení časovou platností oprávnění k jízdě (dále jen MA – „Movement Authority“), jeho hodnota je v ČR stanovena na 18 s. Nedojde-li včas k doručení nového MA, tak OBU po vypršení platnosti přejde do módu „Nedovolené projetí trati“, tzv. TRIP (TR). Takto přísný dohled (tedy stanovení hodnoty 18 s) vychází z funkčního chování konvenčního zabezpečovacího zařízení a způsobu řízení provozu, kdy je mimo jiné požadavek na možnost rušení neprojeté vlakové cesty před vlakem. Z tohoto důvodu je nutné mít vysoce spolehlivý celý telekomunikační řetězec mezi RBC a OBU. Pro spolehlivé datové přenosy v systému ETCS je tedy důležité mít vybudovanou spolehlivou přenosovou síť. Správa železnic se na základě zkušeností z výhradního provozu ETCS na trati Olomouc – Uničov rozhodla vyčlenit část přenosové sítě pouze pro systém ERTMS. V první fázi dojde k úpravě páteřní přenosové sítě, tuto úpravu budeme realizovat ještě do konce tohoto roku. V rámci tohoto kroku bude nahrazena starší technologie SDH novou technologií MPLS. Nicméně k rozpadům telekomunikačních spojení může docházet i z důvodu problémů na rádiovém rozhraní. Toto do značné míry souvisí s nevhodným umístěním antén na vozidlech, neboť rádiové pokrytí

je na straně infrastruktury zajištěno pomocí směrových anténních systémů jednotlivých BTS, mezi kterými dochází k předání datového hovoru při pohybu vozidla po trati. Vzhledem ke způsobu řízení mobility v síti GSM-R je nezbytné, aby vyzařovací charakteristika vozidlových antén byla striktně všesměrová, neboť rozhodování o tom, kam bude hovor směrován závisí výhradně na měření úrovně a kvality signálu jednotlivých BTS prováděné na mobilní i infrastrukturní straně. Dojde-li vlivem nevhodné instalace antény na vozidle ke zkreslení vyzařovací charakteristiky vozidlové antény (v rozporu s požadavky technických specifikací interoperability požadující anténu s izotropní charakteristikou), dojde k nežádoucímu ovlivnění rozhodovacího algoritmu směrování v síti GSM-R a k nežádoucímu předání na BTS pokrývající sousední trať. Pokud jsou tedy antény na vozidle umístěny nevhodně, např. v jejich těsné blízkosti je jakákoliv překážka, anténa je zacloněná a nemá volný a nerušený "výhled", tak dojde ke zkreslení vyzařovací charakteristiky antén (typicky předozadní směr vyzařovací charakteristiky je utlumen a naopak boční směry jsou zesíleny) a může dojít k předání datového hovoru na „špatnou“ BTS (to je BTS na jiné trati než po které jede vlak) a následně se již nelze vyhnout rozpadu spojení. Toto vše je dáno fyzikálními vlastnostmi šíření elektromagnetických vln a způsobem fungování sítě GSM-R a pokud jsou antény na vozidlech špatně umístěny, tak je pouze věcí náhody (např. jak je zrovna vozidlo k BTS natočeno, a kterou anténu ETCS zrovna používá), zda přechod na sousední BTS proběhne korektně či nikoliv. Těchto problémových lokalit je v ČR více, obecně se jedná o větší uzly, kdy dochází k souběhu více tratí vybavených systémem GSM-R a kde je tak větší předpoklad předání datového hovoru na nesprávnou BTS vlivem nevhodně umístěných antén na vozidlech.

- poruchy OBU (zejména problémy s odometrií na vozidle),
- poruchy RBC (např. komunikační karta NAG),
- poruchy balíz,
- nesprávná zpětná instalace balíz po přechodných demontážích,
- chyba lidského činitele,
- nekompatibility mezi RBC a OBU,
- další nespecifikované poruchy.

#### **4.3 Bezpečnost – problematika vydání opačného oprávnění k jízdě**

V rámci zkušebního provozu je rovněž důležité vyhodnocovat bezpečné chování systému ETCS, a to nejen z pohledu traťových nebo mobilních částí ETCS, nýbrž provozování systému ETCS jako celku. Při těchto analýzách byla jako bezpečnostní incident zatím vyhodnocena jedna situace, která nastala v Olomouci na hlavním nádraží. Vlaku odjíždějícímu ze staniční koleje poslala RBC oprávnění k jízdě MA určené pro opačný směr jízdy. Příčinou byly opakované poruchy balízové antény na vozidle a následná chybná implementace procedury „Přidělení souřadnicového systému“ na vozidle. Jednalo se tedy o chybu mobilní části ETCS, riziko je v současné době usměrněno administrativním opatřením na omezenou dobu než bude provedena změna SW OBU na předmětných vozidlech, kterých se tento incident týká.

## **5. ZÁVĚR**

Zahájení výhradního provozu ETCS k 1. 1. 2025 na některých úsecích koridorů se nezadržitelně blíží. Nyní je nutné, aby se celý železniční sektor semknul a společnými silami jsme dostali spolehlivost systému ETCS na požadovanou hodnotu 99,95 %!

## **PŘÍPRAVA STAVEB S ETCS L2**

**Ing. Martin Trögel**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

### **1. ÚVOD**

Od počátku 21. století se v České republice buduje traťová část evropského vlakového zabezpečovače ETCS. V první fázi se projektování a výstavba traťové části ETCS logicky týkala výhradně tratí s vysokou intenzitou provozu (typicky železniční koridory), pro které bylo rozhodnuto o nasazení ETCS druhé aplikační úrovně (ETCS L2). V posledních letech probíhá též projektování a výstavba traťové části ETCS i na méně vytížených tratích. Na tratích, kde by nebylo ekonomicky účelné budovat ETCS L2, volí se varianta traťové části ETCS definovaná na bázi specifikací pro ETCS první aplikační úrovně (systémy ETCS STOP pro nejméně vytížené tratě a ETCS L1 LS pro středně vytížené vedlejší tratě). V současné době jsou úroveň traťové části ETCS a rok její aktivace pro jednotlivé tratě stanoveny dokumentem [1]. Tento příspěvek se bude dále věnovat nasazení traťové části ETCS L2.

### **2. ZÁKLADNÍ ZPŮSOBY IMPLEMENTACE ETCS L2 NA SÍTI SPRÁVY ŽELEZNIC**

Na základě expertních debat, zkušeností z projektování, instalace a provozu ETCS L2 v Česku se v současné době projektují a nasazují tři základní varianty implementace systému ETCS L2 na infrastrukturu. Vzájemně se odlišují zejména v podobě a rozsahu vnějších prvků v kolejišti. Jsou to:

- nadstavba stávající infrastruktury
- nasazení na infrastrukturu pro smíšený provoz s dílčím přizpůsobením pro ETCS
- nasazení na infrastrukturu přizpůsobenou pro výhradní provoz

Bez ohledu na zvolenou variantu je nutnou podmínkou nasazení ETCS L2 vybudování GSM-R v parametrech požadovaných pro tratě s ETCS L2 (viz [2]), což může znamenat nutnost úprav stávajícího GSM-R (doposavad provozovaného pro hlasové služby) a dobudování GSM-R na přípojných tratích pro dostatečné pokrytí tzv. přihlašovacího úseku (pro zajištění korektního přechodu mobilní části pod dohled ETCS v požadovaném místě při jízdě na vybavenou trať).

Další nutnou podmínkou nasazení ETCS L2 je vybudování radioblokové centrály (RBC) a zajištění přenosu potřebných informací z infrastruktury do RBC. K tomuto se využívá stávajících nebo nově budovaných prostředků pro dálkové ovládání zabezpečovacích zařízení (DOZ), v případě využití stávajících zabezpečovacích zařízení (staniční SZZ, traťová TZZ, přejezdová PZS) to znamená mj. úpravu softwaru SZZ, která zajistí sběr nutných informací a jejich poskytování RBC. SZZ musí být elektronického nebo hybridního typu.

Dále je vždy nutné na trať dosadit nepřepínatelné balízy, potřebná neproměnná návěstidla a vytvořit adresný SW RBC (to znamená naprogramovat polohy všech míst, důležitých pro činnost systému ETCS, a výši dovolené rychlosti pro požadované nedostatky převýšení v každém úseku).

## **2.1 ETCS jako nadstavba stávající infrastruktury**

### **2.1.1 Základní charakteristika**

V této variantě je traťová část ETCS nasazena na infrastrukturu ve stávající podobě. Jedná se o nejjednodušší způsob implementace traťové části ETCS L2. Pokud je trať již vybavena GSM-R a DOZ, je vybudování traťové části ETCS L2 řešeno technologickou stavbou, jejíž náplní je splnění zbývajících nutných podmínek uvedených v úvodní části kapitoly 2.

Ve výjimečných případech je možné systém ETCS v této podobě nasadit i na stanici ovládanou reléovým staničním zabezpečovacím zařízením. V tom případě je nutné zajistit převod potřebných informací z reléové logiky do náležitého tvaru pro jejich použití v RBC. To je realizováno elektronickým rozhraním, které načítá stav příslušných relé SZZ a svými algoritmy převádí tyto stavové informace do elektronických stavových informací, které jsou stejného tvaru jako na výstupu elektronického SZZ. Tyto tzv. provizorní úvahy ETCS se realizují ve specifických situacích, kdy se ve stanici ovládané reléovým SZZ předpokládá v dohledné době její modernizace a realizace výměny SZZ za elektronické před zavedením ETCS by bylo časově nebo finančně neefektivní. Příkladem jsou některé obvody žst. Česká Třebová nebo žst. Ostrava hl. n.

Jako nadstavba stávající infrastruktury byla a doposud je budována traťová část ETCS na tranzitních železničních koridorech.

### **2.1.2 Výhody a nevýhody**

Výhodou tohoto způsobu implementace traťové části ETCS je relativní jednoduchost nasazení na již existující infrastrukturu (jak časové, tak finanční hledisko). Tato varianta je výhodná v případech, kdy na trati existuje smíšený provoz vlaků pod dohledem ETCS a mimo dohled ETCS (dále jen smíšený provoz) – jízda vlaků mimo dohled ETCS je realizována bez jakýchkoliv omezení, v případě existence národního vlakového zabezpečovače třídy B (LVZ) je možné využití rychlosti až 160 km/h.

Nevýhody tohoto řešení vyplývají především z faktu, že je zachován smíšený provoz. Není tedy možné využít všechny možnosti, které systém ETCS nabízí, a to zejména z důvodu požadavku na minimalizaci míry neshody mezi informacemi, které strojvedoucí obdrží ze stávajícího konvenčního systému zabezpečení (proměnná a neproměnná návěstidla) a informacemi obdrženými ze systému ETCS (displej strojvedoucího DMI). Stávající infrastruktura, která byla navrhována s ohledem na provoz pod dohledem národního vlakového zabezpečovače (v podstatě absence kontroly rychlosti a absence kontroly neprojetí návěsti Stůj), není vhodně řešena z pohledu potřeb provozování systému ETCS (např. při neexistenci ochranné dráhy dostatečné délky mezi koncem oprávnění k jízdě u návěstidla a místem ohrožení jiné vlakové cesty u námezničku je důsledkem nemožnost použití uvolňovací rychlosti, což má za následek komplikovaný až nemožný dojezd pod dohledem ETCS do blízkosti konce oprávnění k jízdě z důvodu restriktivních brzdících křivek). Implementace ETCS v takových případech způsobí pokles kapacity dráhy.

Další nevýhodou z pohledu provozování dráhy je zachování plné výbavy vnějších prvků v kolejišti (např. kompletní rychlostní návěstní soustava), které je nutné pro umožnění jízdy vlaků nevybavených ETCS bez omezení, což ovšem přináší náklady s provozem těchto prvků související.

## **2.2 Nasazení na infrastrukturu pro smíšený provoz s dílčím přizpůsobením pro ETCS**

### **2.2.1 Základní charakteristika**

V této variantě je traťová část ETCS nasazena na infrastrukturu, jejíž rekonstrukce a úpravy jsou projektovány v době, kdy již bylo rozhodnuto o nasazení traťové části ETCS v rámci této rekonstrukce nebo v relativně krátkém časovém období po jejím skončení.

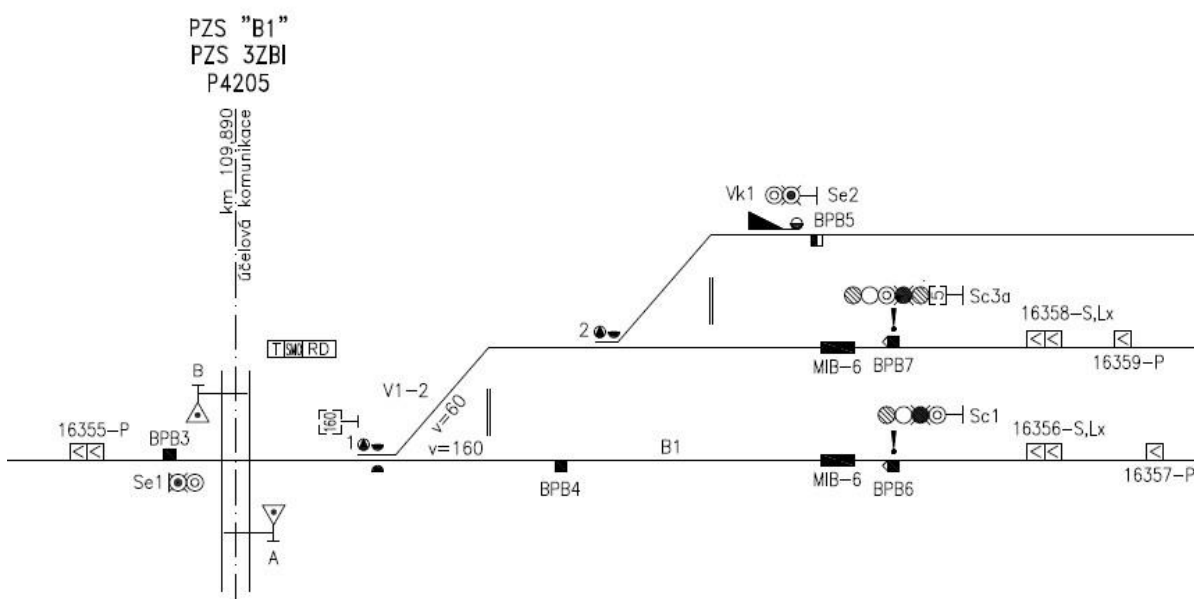


Zároveň v předmětném úseku tratě nebyla ve vstupním stavu provozována traťová část národního vlakového zabezpečovače, nebo se tato rekonstrukcí zruší. Současně se však jedná o trať, na které po rekonstrukci nebude vyhlášen výhradní provoz vlaků pod dohledem ETCS (dále výhradní provoz).

V zásadě se jedná o variantu implementace traťové části ETCS dle varianty popsané v kapitole 2.1 s tím rozdílem, že návěstidla nejsou osazena pro kompletní rychlostní návěstní soustavu (absence světelných pruhů a proměnných indikátorů rychlosti). V rámci úpravy infrastruktury je podle možností zajištěna vhodnější poloha hlavních návěstidel vůči námezníkům a požadovaným místům zastavení tak, aby byl umožněn plynulý dojezd vlaků pod dohledem ETCS do požadovaného místa (např. splnění podmínek pro dostatečnou délku ochranné dráhy a tím i pro existenci nenulové uvolňovací rychlosti nebo vzdálení konce oprávnění k jízdě od konce nástupiště).

Návěstidla se osazují podle zábrzdné vzdálenosti 700 m (vyplývá z dovolené rychlosti vlaků jedoucích mimo dohled ETCS nejvýše 100 km/h). Jako traťové zabezpečovací zařízení se použije automatického hradla nebo automatického bloku (bez národního VZ a se zábrzdou vzdáleností 700 m). Návěsti pro traťovou rychlost a návěsti pro pomalou jízdu se zřizují pouze pro návěstění změn rychlosti do 100 km/h; vyšší rychlosti jsou přenášeny výhradně systémem ETCS.

Do této podoby je upravována infrastruktura v rámci kompletních modernizací traťových úseků, kde lze po přechodnou dobu tolerovat jízdu vlaků rychlostí nejvýše 100 km/h a kde je v relativně krátké době plánováno zavedení traťové části ETCS L2. Jedná se např. o úseky Brno-Horní Heršpice – Zastávka u Brna, Černošice – Beroun či Praha-Vysočany – Lysá nad Labem.



Obr. 1 – Příklad zhlaví stanice na infrastruktuře pro smíšený provoz s dílčím přizpůsobením pro ETCS

### 2.2.2 Výhody a nevýhody

Výhodou tohoto způsobu implementace traťové části ETCS je implementace na rekonstruované infrastrukturu, přičemž je stále umožněn smíšený provoz. Vlaky pod dohledem ETCS plně využijí parametry infrastruktury (traťová rychlost až 160 km/h, odbočné rychlosti dle parametrů výhybek). Vlaky jedoucí mimo dohled ETCS jsou omezeny rychlostí 100 km/h (vyplývající z faktu, že jedou bez národního VZ), ve stanicích jsou oproti vlakům jedoucím pod dohledem ETCS více omezovány v důsledku absence plnohodnotné

rychlostní návěstní soustavy (odbočné rychlosti 40 km/h na dvousvětlovou návěst, případně 50 km/h při osazené indikátorové tabulce s číslicí „5“; při dovolené rychlosti ve vlakové cestě 100 km/h a vyšší mohou nevybavené vlaky využít rychlost 100 km/h – jízda na jednosvětlovou návěst). Mezistaniční úsek může být rozdělen na traťové oddíly oddílovými návěstidly, toto rozdělení je platné stejně pro vlaky jedoucí pod dohledem ETCS i pro vlaky jedoucí mimo dohled ETCS. Rozmístění návěstidel vycházející ze zábrzdné vzdálenosti 700 m umožňuje mírné navýšení kapacity dráhy oproti předchozí variantě. Optimalizované rozmístění návěstidel vůči námezníkům a požadovaným místům zastavení umožňuje plynulejší dojezd vlaků ke konci oprávnění k jízdě a částečně eliminuje pokles kapacity dráhy v důsledku zavedení ETCS. Z pohledu provozování dráhy je oproti předchozí variantě výhodou omezení rozsahu a množství prvků v kolejišti.

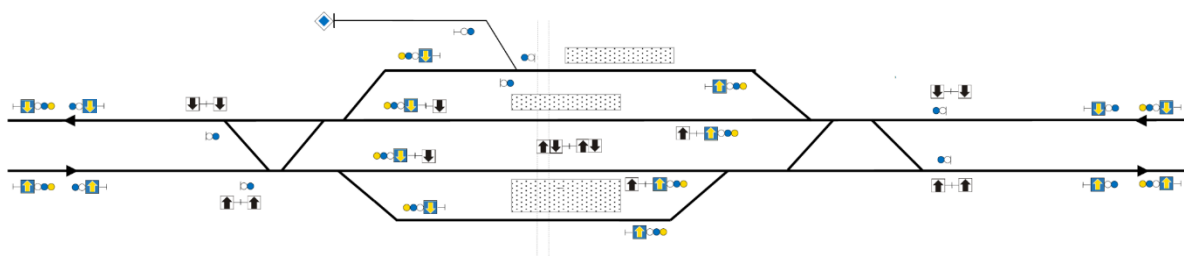
I v této variantě jsou přítomny nevýhody vyplývající z umožnění smíšeného provozu (nelze využít všechny možnosti, které systém ETCS nabízí, zejména z důvodu nežádoucího rozporu mezi návěstidly a DMI). Po dobu smíšeného provozu jsou vlaky jedoucí mimo dohled ETCS v některých případech více omezovány (podrobněji popsáno v předchozím odstavci), což může vést např. k delší době uzavření PZS (přibližovací úsek musí být spočítán pro nejvyšší rychlost vlaků jedoucích pod dohledem ETCS).

## 2.3 Nasazení na infrastrukturu přizpůsobenou pro výhradní provoz

### 2.3.1 Základní charakteristika

V této variantě je traťová část ETCS nasazena na infrastrukturu, jejíž podobu zajistí kompletní modernizační stavba. Nasazení ETCS musí být součástí této stavby, nebo musí následovat bezprostředně po skončení vlastní rekonstrukce. Infrastruktura je zcela přizpůsobena potřebám a vlastnostem ETCS. Nutnou podmínkou je výhradní provoz. Mimořádná jízda vlaku mimo dohled ETCS je možná pouze s omezeními, vyplývajícími mimo jiné z faktu, že na trati nejsou zřízena konvenční návěstidla. Taková jízda je řízena Stop značkami a doplňkovými návěstními svítilnami, které umožňují návěstit velmi zjednodušenou návěstní soustavu a vyhovují pro jízdu vlaku rychlostí maximálně 40 km/h v obvodu dopraven s kolejovým rozvětvením a 60 km/h na širé trati. Tato návěstidla se zřizují podle zábrzdné vzdálenosti pro nouzový provoz (400 m). Vnější prvky v kolejišti jsou realizovány v minimální míře (pouze pro zajištění posunu, rozjezdu vlaků po startu mise do jejich přechodu pod dohled ETCS a pro zajištění nouzového provozu). Je požadována realizace dalších algoritmů a závislostí mezi SZZ a RBC nad rámec konvenční infrastruktury, které umožní širší využití možností systému ETCS a které není možné nebo účelné realizovat při smíšeném provozu. Požadavky na tento způsob implementace traťové části ETCS jsou dány dokumentem [3] a podrobněji se jim věnoval příspěvek [4].

V této podobě jsou projektovány novostavby tratí s výhradním provozem (např. vysokorychlostní trať, trať Praha–Velešlavín – Praha–Letiště V. Havla) a úseky tratí s kompletní rekonstrukcí při současném zavedení výhradního provozu (např. žst. Praha – Masarykovo n., úsek Kralupy nad Vltavou – Děčín hl. n.).



Obr. 2 – Příklad stanice na infrastruktuře přizpůsobené pro výhradní provoz

### 2.3.2 Výhody a nevýhody

Výhodou tohoto způsobu implementace traťové části ETCS je nejširší využití možností systému ETCS z popisovaných variant. Je možné rozdělení průjezdných kolejí dopraven

a mezistaničních úseků na ETCS oddíly, což zvýší kapacitu dráhy. Optimalizované rozmístění Stop značek vůči námezníkům, požadovaným místům zastavení a zavedení nových algoritmů pro zajištění a následné rušení výluk ohrožených vlakových cest dovoluje použití nenulové uvolňovací rychlosti, respektive dovoluje vlaku dojet do žádoucího místa bez potřeby jejího využití v co nejširší možné míře. Minimalizací množství prvků v kolejišti je omezen nežádoucí rozpor mezi informacemi, které strojvedoucí obdrží z tratě (proměnná a neproměnná návěstidla) a informacemi obdrženými ze systému ETCS na DMI a samozřejmě dochází k úsporám finančních prostředků na zřízení a údržbu těchto prvků.

Nevýhodou je vyšší finanční náročnost v případě, že se jedná o rekonstrukci stávající infrastruktury (masivní změna rozložení prvků v kolejišti), a dále fakt, že po dokončení stavby je výhradní provoz ETCS už bezpodmínečný („není cesty zpět“ – případný vlak jedoucí mimo dohled ETCS je už pro běžný provoz nepřijatelně omezen). Implementace traťové části ETCS v této variantě tedy musí být bedlivě koordinována se zajištěním výbavy vozidel mobilními částmi ETCS a to už v době projektování dotyčných staveb.

## 2.4 Trať Olomouc – Uničov

Traťový úsek Olomouc hl. n. (mimo) – Uničov, který je v současné době jedinou tratí s výhradním provozem v Česku, má implementovanou traťovou část ETCS v podobě odlišné od výše zmíněných tří způsobů implementace. Jedná se v podstatě o kombinaci druhého a třetího výše zmíněného způsobu. Mezistaniční úseky jsou rozděleny na ETCS oddíly Lokalizačními značkami ETCS a jsou zřízena odjezdová návěstidla v záhlaví stanic (odpovídá třetímu způsobu), ve stanicích jsou však zřízena konvenční návěstidla s redukovanou rychlostní návěstní soustavou (odpovídá druhému způsobu). Tento „hybridní“ způsob realizace traťové části ETCS vyplynul z požadavků v podmínkách stavby (požadavek na nezřizování návěstidel v mezistaničních úsecích, omezená rychlostní návěstní soustava ve stanicích, není garantováno zahájení výhradního provozu ETCS po skončení stavby, musí být zajištěna možnost průjezdu ad-hoc vlaků nevybavených mobilní částí ETCS).

## 3. SHRNU TÍ

Při budování traťové části ETCS L2 je potřeba rozhodnout mezi výše popsanými způsoby implementace ETCS. Vlivy, které do rozhodovacího procesu vstupují, jsou zejména požadavek na zajištění smíšeného provozu (zda vůbec a jak dlouho po skončení infrastrukturní stavby je požadavek na zajištění jízdy vlaků nevybavených ETCS), časové hledisko (zda je reálné stihnout časově náročnější stavbu či soubor staveb se změnou konfigurace kolejiště při dodržení plánovaného termínu zavedení ETCS), finanční hledisko (zda realizovat nákladnější stavbu se změnou konfigurace kolejiště a kompletní výměnou zařízení) a s tím související vstupní stav infrastruktury na daném úseku (např. zda by bylo efektivní nasadit ETCS formou prosté nadstavby na dožívající infrastrukturu, zda posuzovaný způsob implementace ETCS nezpůsobí pokles kapacity dráhy v nežádoucí míře). Výsledkem tohoto posouzení by měl být optimální způsob implementace traťové části ETCS L2 na dané trati.

Projev systému ETCS vůči strojvedoucímu (indikace na DMI) je ve všech popisovaných variantách implementace traťové části ETCS shodný a je dán specifikacemi ETCS. Jízda vlaku mimo dohled ETCS se ve všech výše popisovaných variantách řídí platnými národními předpisy, v případě nouzového provozu na trati přizpůsobené pro výhradní provoz je jízda řízena Stop značkami a doplňkovými návěstními svítilnami, jejich návěstní soustava byla zvolena tak, aby význam návěstí vždy korespondoval s konvenční návěstní soustavou. Detailní pravidla pro nouzový provoz jsou v současné době dopracovávána ve spolupráci se zástupci dopravců.

LITERATURA:

- [1] Ministerstvo dopravy České republiky: **Plán moderního zabezpečení české železnice**, 2021
- [2] ALCATEL, ALSTOM, ANSALDO SIGNAL, BOMBARDIER, INVENSYS RAIL, SIEMENS: **SUBSET-093 – GSM-R Interfaces Class 1 Requirements**, v. 2.3.0, 2005
- [3] Správa železnic: **SŽ TSI CCS/MP1 – Zásady pro projektování traťové části ERTMS pro tratě s výhradním provozem evropského vlakového zabezpečovače**, 29. 6. 2022
- [4] TRÖGEL, M.: **Podmínky výhradního provozu systému ETCS**, Konference sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici Olomouc, 4. – 6. 10. 2021

# **DIGITÁLNÍ TECHNICKÁ MAPA ŽELEZNIC**

**Ing. Libor Vavrečka**  
**Správa železnic, Správa železniční geodézie**

## **1. PŘÍPRAVA DIGITÁLNÍ TECHNICKÉ MAPY ŽELEZNIC (DTMŽ)**

Předmětem projektu je především sběr dat a jejich aktualizace, včetně vybudování informačního systému (IS DTMŽ), který umožní Správě železnic – jako vlastníku dopravní a technické infrastruktury – poskytovat údaje o území v podobě správy digitální technické mapy (DTM) ve vymezeném území. Dále realizace projektu umožní Správě železnic zpracovávat záznamy změn poskytovaných stavebníkem prostřednictvím informačního systému digitální mapy veřejné správy (IS DMVS) a umožní komunikaci s IS DTM jednotlivých krajů. Realizace projektu taktéž zajistí Správě železnic splnění zákonné povinností poskytovat data o technické a dopravní infrastruktuře, které vlastní nebo spravuje.

Realizace tohoto projektu přispěje k digitalizaci procesů a dat organizace, k zefektivnění správy dat technické a dopravní infrastruktury i včetně základní prostorové situace, k urychlení a zefektivnění stavebních řízení investičních akcí a v neposlední řadě k rozvoji sdílení informací a digitalizaci veřejné správy.

Přípravy projektu probíhaly od roku 2020, přičemž samotná realizace DTMŽ je ve dvou základních částech:

- Vznik a rozvoj digitálních technických map železnic – pořízení dat geodetickými měřeními a technologiemi hromadného sběru dat,
- Vznik a rozvoj digitálních technických map železnic – dodávka SW řešení a celková datová konsolidace.

Investiční akce je rozdělena na 2 fáze: 1. fáze 2022–2023 a 2. fáze 2024–2030. 1. fáze je spolufinancována z Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK) „Vznik a rozvoj digitálních technických map“ z ministerstva průmyslu a obchodu (MPO). Investiční akce včetně projektu OP PIK má zajištěné zdroje pro financování z veřejného rozpočtu SFDI.

Pro roky 2024-2025 probíhá příprava čerpání peněz z RRF, tj. „Nástroje pro oživení a odolnost“ (tento Národní plán obnovy navazuje na podporu OP PIK) s jasně danými pravidly. V tuto chvíli probíhají přípravy na podání Žádosti včetně zpracování souvisejících podkladů pro možné čerpání alokované částky pro Správu železnic.

### **1.1 Vznik a rozvoj digitálních technických map železnic – pořízení dat geodetickými měřeními a technologiemi hromadného sběru dat**

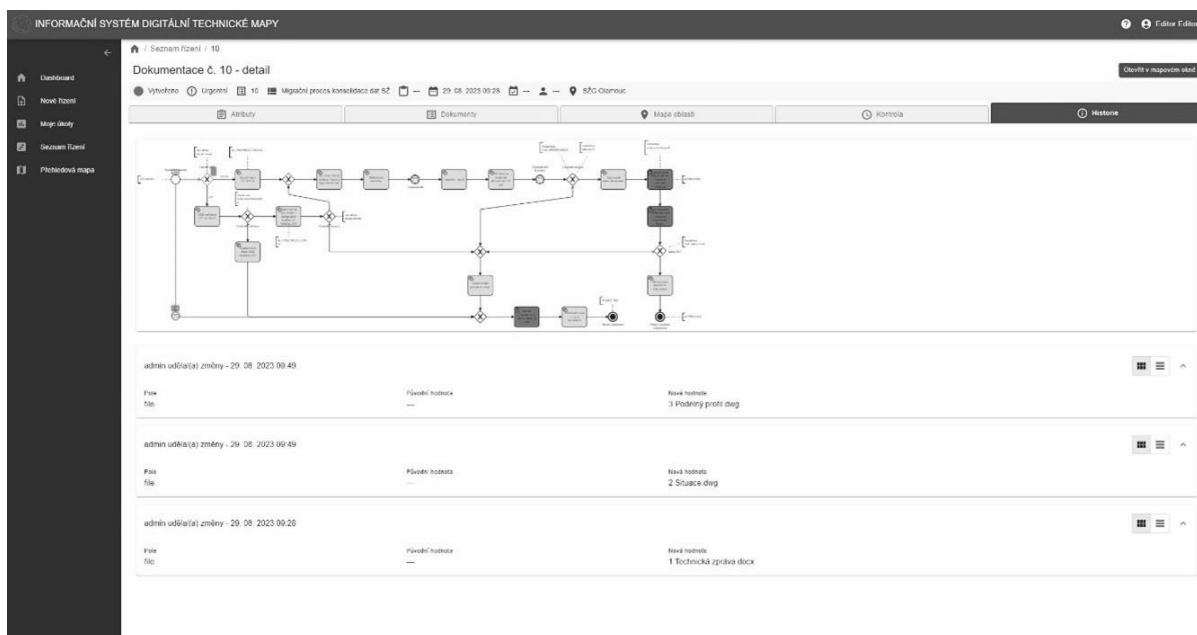
Tato část je realizována sdružením „DTMŽ 2022“, se kterým Správa železnic uzavřela v červenci 2022 smlouvu o dílo. Tato smlouva zajišťuje sběr dat ve čtyřech základních etapách dle typu dat, které jsou rozdělené na časové podetapy.

Jsou to etapy referenční data, mapování, vyhledání a zaměření sítí technické infrastruktury (TI) a stabilizace železničního bodového pole (ŽBP). Kromě stabilizace je součástí i zaměření železničního bodového pole na cca 4 500 km železničních tratí.

V lokalitách neexistujících nebo zastaralých mapových podkladů (cca 2 100 km tratí) proběhne do poloviny roku 2024 nové mapování do hranice vymezeného území. Naopak v lokalitách, kde Správa železnic již disponuje mapovými podklady, bude probíhat až do roku 2030 tzv. reambulace, resp. aktualizace stávajících mapových podkladů (cca 6 800 km tratí). Sběr dat probíhá klasickými geodetickými metodami (družicové technologie a totální stanice), ale i moderními metodami. Je používána letecká







Obr. 2 - Snímek obrazovky z DTMŽ-ISTEM z uživatelského testování (náhled do historie editačního řízení, seznam dokumentace)

### 1.2.1 Správa TI

Komponenta Správa TI (inženýrské sítě) poskytne specializovaným pracovníkům Správy železnic (SŽ) rozhraní pro správu inženýrských sítí. Jedná se zejména o rozvody elektro (napájecí vedení), plynu, vody, kanalizace, tepla a dalších produktovodů. Datový model, veškeré procesy práce s daty, stejně jako vazby mezi objekty infrastruktury, musí být řízeny metadatovou konfigurací. Komponenta umožní spravovat inženýrské sítě včetně všech relevantních atributů, přičemž konektivita prvků sítě stejně jako hierarchie není řízena topologicky, ale relačními vazbami dle metadatové definice.

Správa TI (Telco a SaZ) je speciální varianta správy technické infrastruktury určená pro správu telekomunikačních, sdělovacích a zabezpečovacích sítí, metalických a optických sítí či jiných přenosových médií, v potřebném detailu od jejich fyzické polohy (výkop, nadzemní vedení, trasa radiového spojení) až po pin pozici v příslušném racku, včetně potřebných informací o celkové i dílčí trase dané sítě / infrastruktury.

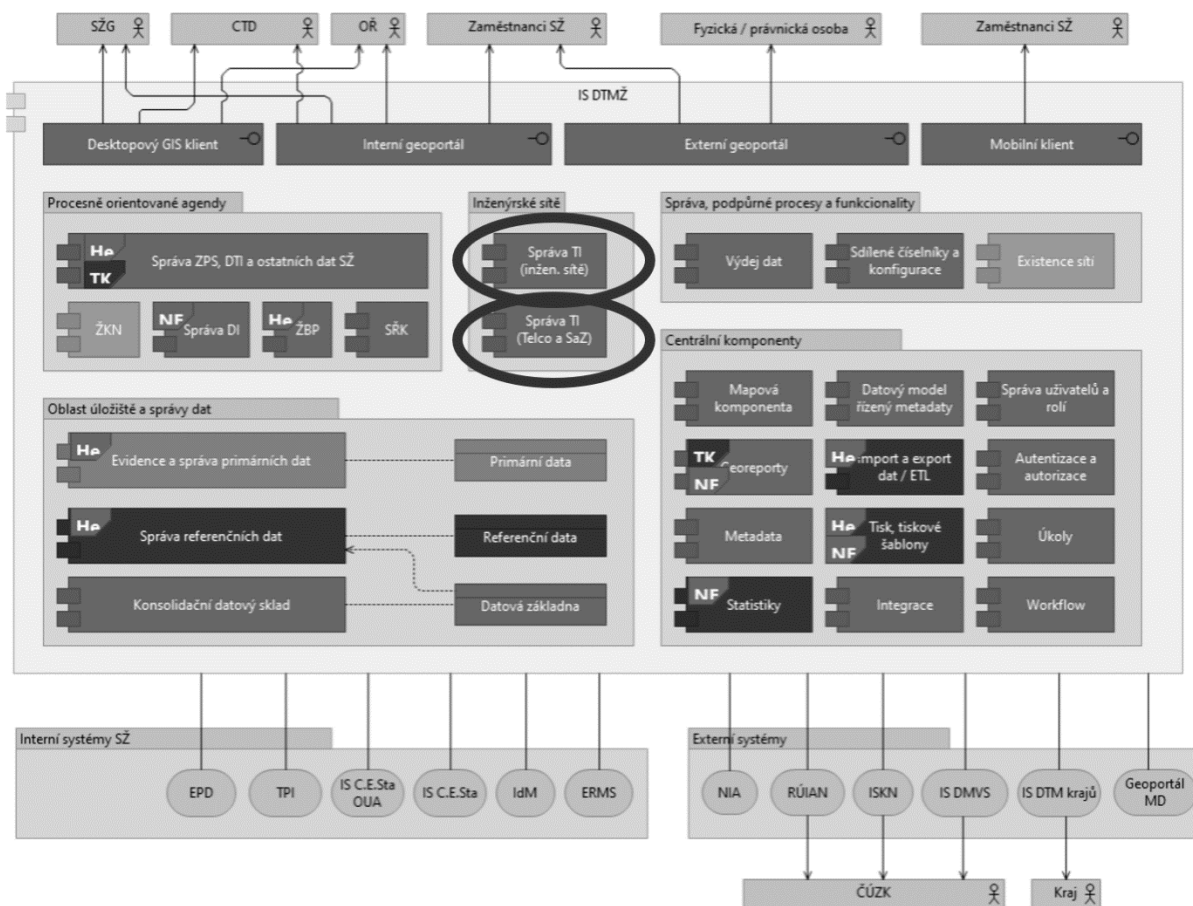
Komponenta Správa TI (Telco a SaZ) poskytne specializovaným pracovníkům SŽ rozhraní pro plnohodnotnou správu telekomunikačních sítí. Datový model, veškeré procesy práce s daty, stejně jako vazby mezi objekty infrastruktury, budou řízeny metadatovou konfigurací. Komponenta umožní spravovat telekomunikační sítě včetně všech relevantních atributů, přičemž konektivita prvků sítě stejně jako hierarchie není řízena topologicky ale relačními vazbami dle metadatové definice. Komponenta umožní prohlížení sítí v podobě mapy stejně jako schémat konektivity nebo detailu zapojení prvků v rozvodné skříní. Součástí komponenty je kompletně naplněný datový model na úrovni číselníků všech standardních prvků telekomunikační infrastruktury (kabeláže, chráničky, ...).

Cílem komponenty Existence sítí je naplnit požadavky vyplývající z role Správce dopravní a technické infrastruktury (DTI). SŽ v roli vlastníka a správce DTI reaguje na žádost o stanovisko o existenci infrastruktury, o možnostech a způsobu napojení nebo k podmínkám dotčených ochranných a bezpečnostních pásem. Komponenta bude integrována na stávající systém SŽ ISPD. Zamýšleným cílovým stavem je napojení na budoucí národní Portál stavebníka a příjem žádostí tímto kanálem.

Přípravy k úspěšnému naplnění probíhaly a stále probíhají na všech úsecích i úrovních uvnitř SŽG. Na přípravě se podílí jak úsek provozní, tak úsek technický. Konzultace a rozsáhlé diskuse k IS DTMŽ probíhají napříč Správou železnic. Na prvotním naplnění dat dopravní a technické infrastruktury (DI, TI) a základní prostorové situace (ZPS) je nutná součinnost nejen Zhotovitele a SŽG, ale i metodických útvarů generálního ředitelství (O13,

O14, O15, O23, O24), OŘ a CTD, resp. SŽT. Tvorba IS DTMŽ je koordinována za Správu železnic zejména organizačními jednotkami SŽG a SŽT.

Pro železniční geodety jde o dosud největší projekt v jejich více než šedesátileté historii, přináší přelomový bod pro samotný obor geodézie (přechod na datové standardy, nové metody) a také nové povinnosti SŽG jako pověřené jednotky Správy železnic vůči státu a krajům, ale i v rámci Správy železnic samotné.



Obr. 3 - Komponenty DTMŽ

#### LITERATURA:

- [1] Parlament ČR: **Zákon č. 200/1994 Sb., zákon o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením**, Sbírka zákonů Česká republika 2023
- [2] Parlament ČR: **Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů**, Sbírka zákonů Česká republika 2023
- [3] Parlament ČR: **Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání**, Sbírka zákonů Česká republika 2023
- [4] Správa železnic, státní organizace: **Zadávací dokumentace Vznik a rozvoj digitálních technických map železnice (DTMŽ) – pořízení dat**, Praha 2022
- [5] Správa železnic, státní organizace: **Zadávací dokumentace Vznik a rozvoj digitálních technických map železnic (DTMŽ) – dodávka SW řešení a celková datová konsolidace**, Praha 2022

# **HLAVNÍ NOVINKY SOUVISEJÍCÍ** **S VYDÁNÍM TSI CCS 2023**

**Ing. Jakub Marek, Ph.D., MIRSE**  
**AŽD Praha s.r.o.**

## **1 ÚVOD**

Dne 8. 9. 2023 byla Evropskou komisí (EC) na základě doporučení EU Agentury pro železnice (ERA), podporovaného organizacemi železničního sektoru sdruženými pod CER, UNISIG, EIM a AEL, publikována revize balíku Technických specifikací pro interoperabilitu (TSI) s názvem „Digital Rail and Green Freight“. Tímto došlo (s účinností od 28. 9. 2023) k aktualizaci/revizi požadavků na interoperabilitu subsystémů jak strukturálních, tak funkčních, konkrétně došlo ke změnám TSI ENE (energie), INF (infrastruktura), LOC&PAS (lokomotivy a osobní vozy), NOI (hluk), OPE (provoz), PRM (přístup pro osoby se zdravotním postižením a osoby s omezenou schopností pohybu a orientace) a WAG (nákladní vozy) a k přepracování znění TSI CCS (řízení a zabezpečení). Taktéž došlo ke změnám Registru infrastruktury (RINF) a Evropského registru povolených typů vozidel (ERATV).

Tento příspěvek si klade za cíl uvést hlavní novinky týkající se změn, ke kterým došlo v oblasti řízení a zabezpečení, tedy v oblasti TSI CCS. Dále se zaměří na významné změny týkající se Evropského systému řízení železničního provozu ERTMS (European Rail Traffic Management) jako celku, který se od TSI CCS 2023 skládá ze 3 subsystémů: ETCS, RMR a nově též ATO. RMR též nově obsahuje komunikační systém FRMCS (viz kap. 2).

## **2 TECHNICKÉ SPECIFIKACE PRO INTEROPERABILITU**

### **2.1 Nové technické specifikace**

Nové technické specifikace **TSI CCS 2023**, které byly v rámci revize specifikací TSI 2023 publikovány v Úředním věstníku Evropské unie jakožto prováděcí nařízení Komise (EU) 2023/1695, stanovují jednotné požadavky na interoperabilitu, čímž harmonizují následující oblasti (pozn. subsystém automatizace jízdy vlaku je subsystém nově zavedený):

- subsystém řízení a zabezpečení (VZZ):
  - o **ETCS** Baseline 4 Release 1 (dále jen **B4R1**)<sup>1</sup>
- subsystém komunikace (rádio, RMR):
  - o **GSM-R** Baseline 1 Maintenance Release 1 (dále jen **B1MR1**)<sup>2</sup>
  - o **FRMCS** Baseline 0 (dále jen **B0**)<sup>3</sup>
- subsystém automatizace jízdy vlaku (AVV):
  - o **ATO** Baseline 1 Release 1 (dále jen **B1R1**)<sup>4</sup>
- rozhraní mezi kolejovým vozidlem a detekčními prostředky (TDC):
  - o **Interface dokument** ERA/ERTMS/033281 **v5.0** (uzavírající všechny dosud otevřené body týkající se detekčních prostředků)

<sup>1</sup> základní verze 4 první vydání

<sup>2</sup> základní verze 1 první údržbové vydání

<sup>3</sup> základní verze 0

<sup>4</sup> základní verze 1 první vydání

Jak je z předchozího výčtu patrné, došlo k rozšíření harmonizovaného Evropského systému řízení železničního provozu ERTMS (European Rail Traffic Management System), který se nově skládá z vlakového zabezpečovacího systému ETCS (European Train Control System), automatizačního systému ATO (Automatic Train Operation) a komunikačního systému RMR (Railway Mobile Radio). V oblasti RMR právě probíhá příprava náhrady již zastaralého 2G globálního systému pro rádiovou komunikaci uzpůsobeného pro železniční aplikace GSM-R (Global System for Mobile Communications for Railway applications), za nový železniční komunikační systém, který bude založený na technologii 5G, FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) s cílem zvýšit přenosovou kapacitu datových přenosů<sup>5</sup>, a to jak pro hlasové přenosy, tak pro datové přenosy aplikací, jako je ETCS a nově i harmonizované ATO, tak výhledově pro datové přenosy dalších aplikací (velkých objemů dat pro účely údržby, video streamovacích služeb, Internetu věcí (IoT), ...).

## 2.2 Nové přístupy

### 2.2.1 Jednotná sada specifikací

Nové TSI CCS 2023 zavádějí jednotnou sadu specifikací s cílem zajistit a usnadnit její údržbu. V minulosti se totiž předchozí sady specifikací ERTMS neudržovaly, chyby se v nich ponechávaly a udržovala se vždy jen a pouze sada poslední. Nově je představa taková, že tato sada bude pouze jedna, která se bude vždy udržovat odstraňováním zjištěných chyb. A tyto bude tudíž možno snadněji zpracovat (vždy bude jen jedna reference).

Aby ovšem produkty dle nových specifikací ETCS B4R1, které zavádí novou sadu funkcí ETCS dle nové systémové verze 3.0, byly dříve dostupné na trhu, byl zaveden přístup tzv. redukované obálky (sady) funkcí, resp. systémových verzí ETCS.

### 2.2.2 Úplná a redukovaná obálka funkcí (SV) mobilní části ETCS

Nová systémová verze ETCS 3.0, stejně jako jakákoli jiná systémová verze ETCS (dále jen SV), jednoznačně definuje sadu mandatorních funkcí k zajištění technické kompatibility mezi mobilní a traťovou částí ETCS. Mezi nové funkce SV 3.0 patří nový komunikační systém FRMCS, rádiem dohlížený posun (SM), automatické vedení vlaku (ATO over ETCS), optimalizované brzdící křivky ETCS a mnoho dalších. Avšak pro dřívější dostupnost produktů na trhu, a protože se na původní sady specifikací ETCS již nové TSI CCS přímo neodkazují, zavedla se tzv. redukovaná obálka funkcí, resp. systémových verzí (SVs).

Nově je tedy možno požadovat mobilní část ETCS dle B4R1, která obsahuje tzv. **plnou obálku s nejvyšší podporovanou SV 3.0** (tedy zahrnující všechny nové funkce ETCS a z hlediska zpětné kompatibility úplně podporující všechny traťové části ETCS SV 3.0, 2.3, 2.2, 2.1, 1.1 a 1.0), anebo dvě redukované obálky (viz čl. 7.4.2.4.1 TSI CCS 2023):

- **redukovanou obálku funkcí ETCS s nejvyšší podporovanou SV 2.2** (zahrnující opravy chyb, ATO over ETCS a úplně podporující provozované SV 2.2, 2.1, 1.1, 1.0 a omezeně<sup>6</sup> také SV 2.3<sup>7</sup>), popř.

<sup>5</sup> Již v minulosti došlo ke zvýšení kapacity datových přenosů sítě GSM-R, kdy bylo v rámci B3R2 zavedeno přepínání paketů místo dřívějšího přepínání okruhů, což vedlo u služby GPRS ke 4násobení počtu spojení, resp. u služby EGPRS k 8násobení počtu spojení.

<sup>6</sup> Omezeně znamená, že nové funkce ETCS daných SV nejsou mobilní částí ETCS využívány, ale tato se nezachová restriktivně, jako by tomu bylo na dopředně nekompatibilních SV.

<sup>7</sup> SV 2.3 je koncept zavedený pro traťovou část ETCS, který podporuje funkci dohlíženého posunu (SM), ale nevyžaduje nutně, aby všechna vozidla, resp. jejich mobilní části ETCS byla touto novou funkcí vybavena. Proto s touto SV není možno odstranit seřadovací návěstidla v dopravnách – toto je umožněno až se SV 3.0, kam je technicky znemožněn vjezd vozidel s nižší SV, tuto funkci nepodporující (na vstupu do oblasti s touto SV dojde k jejich přechodu do módu Nedovolené projetí (TR)).

- **redukovanou obálku funkcí ETCS s nejvyšší podporovanou SV 2.1** (zahrnující opravy chyb a úplně podporující provozované SV 2.1, 1.1, 1.0 a omezeně<sup>6</sup> také SV 2.3<sup>7</sup> a 2.2).

Po přechodnou dobu nové TSI CCS 2023 také umožňují využívat poslední dvě sady specifikací dle TSI CCS 2016 (tedy B3R2 (#3), resp. B3MR1 (#2)), což je stanoveno v tabulce v jejich dodatku B1.1 „Transition Regime for CCS On-Board Subsystem“, ve sloupcích 10 (#3), resp. 9 (#2).

### 2.2.3 Přechodový režim a opravy chyb

Přechodový režim byl do TSI CCS zaveden poprvé v balíku TSI 2023 (analogicky k TSI LOC&PAS a TSI WAG, kde byl tento již dříve používán) a umožňuje po vydání nových TSI ještě po přechodnou dobu používat TSI předcházející. Toto je založeno na základní myšlence, která říká, že: „[c]ompliance with the „previous TSI“ is deemed equivalent to compliance with this TSI, except for changes listed in Appendix B“ [2], přičemž Dodatek B nových TSI CCS vyjmenovává změny provedené v nových TSI CCS vůči předchozím TSI a přiřazuje každé z nich tzv. přechodový režim, který může být:

- defaultní, generický 7letý, nebo
- specifický pro každou změnu.

Pokud tedy ke změně TSI CCS dojde během návrhové fáze ETCS produktu (tedy po podpisu kontraktu s NoBo), pak je možno dočasně používat požadavky původní TSI CCS, které platily při podpisu kontraktu s NoBo, a to ještě po tzv. přechodové období. Pokud to tedy přechodové období, které je stanoveno pro mobilní části ETCS v tabulce B1.1, resp. pro traťové části ETCS v tabulce B2, umožní, je možno následně v 'EC' certifikátu uvést, že požadavky předchozích TSI byly aplikovány, a to plně v souladu s přechodovým režimem nových TSI. Touto změnou v TSI CCS tedy došlo ke sjednocení přístupu ke změnám TSI pro celé vozidlo (TSI LOC&PAS, WAG a nově i CCS).

Ohledně oprav chyb nalezených dodatečně ve specifikacích byl zaveden nový proces, který definuje role a úlohy (rozdělené mezi ERA / EECT (Extended ERA Core Team), správce infrastruktury, dopravce a dodavatele konkrétního produktu/projektu ETCS) související s posouzením každé takové nově nalezené chyby, která může omezit normální provoz vlaků pod dohledem ETCS. Nově se tedy každá takováto chyba bude za spoluúčasti ERA posuzovat v rámci konkrétních projektů ETCS s cílem zajištění její řízené a transparentní<sup>8</sup> nápravy během definované doby (a to jak v mobilní, tak v traťové části ETCS), pokud se to pro daný projekt ukáže jako relevantní a požadavek na opravu chyby se zapíše do registru RINF.

## 2.3 Nové harmonizované překlady textů na displeji DMI

Nové TSI CCS 2023 nyní harmonizují také překlady textových údajů a zpráv zobrazovaných na displeji DMI pro strojvedoucího. Jejich jednotlivé jazykové ekvivalenty je možno dohledat přímo v Dodatku E v jednotlivých jazykových mutacích TSI CCS – příklad české verze je na Obr. 1.

<sup>8</sup> prostřednictvím registru infrastruktury (RINF)

Dodatek E

Appendix E

Seznam harmonizovaných textových údajů a textových zpráv zobrazovaných na rozhraní strojvedoucí-stroj ETCS

List of harmonised text indications and messages displayed on the ETCS Driver Machine Interface

Table E1

Tabulka E1

List of harmonised text indications and messages displayed on the ETCS Driver Machine Interface

Seznam harmonizovaných textových údajů a textových zpráv zobrazovaných na rozhraní strojvedoucí-stroj ETCS

Id. Number	Text indication/message
1	Acknowledgement
2	Adhesion
3	Airtight
4	ATO data
5	ATO data entry complete?
6	ATO data view
7	ATO needs data
8	ATO selector
9	Axle load category
10	Balise read error
11	BMM reaction inhibition

Id. číslo	Textový údaj / zpráva
1	Potvrzení
2	Adheze
3	Tlakotěsnost
4	Data ATO
5	Dokončit zadání dat ATO?
6	Prohlížení dat ATO
7	ATO vyžaduje data
8	Volit ATO
9	Trafová třída zatížení
10	Chyba čtení baliz
11	Potlačení reakce BMM

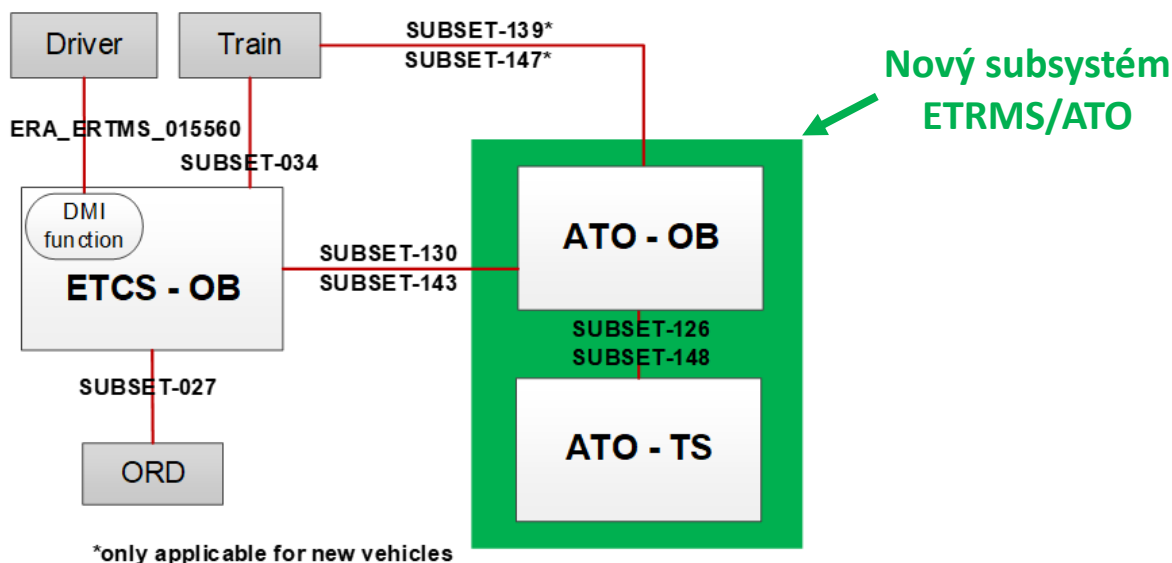
Obr. 1 - Ukázka originálních anglických verzí textů/zpráv zobrazovaných na DMI (vlevo) a jejich českých ekvivalentů (vpravo), uvedených přímo v TSI CCS

## 2.4 Nové funkce ETCS / subsystémy ERTMS

V této kapitole jsou uvedeny nové funkce ETCS, resp. subsystémy ERTMS. Novými subsystémy ERTMS jsou nově harmonizované automatické vedení vlaku (ATO, kap. 2.4.1), nový komunikační systém (FRMCS, kap. 2.4.5). Novými funkcemi ETCS jsou pak dohlížený (rádiem řízený) posun (SM, kap. 2.4.2), hlášení celistvosti vlaku a jeho bezpečné délky pro uvolňování infrastruktury za vlakem a možnost realizace pohyblivého bloku v aplikační úrovni L2 (TIMS, kap. 2.4.3), optimalizované brzdné křivky ETCS (kap. 2.4.4) a další zde již pro rozsah příspěvku neuvedené funkce, či funkční vylepšení systému ETCS.

### 2.4.1 Harmonizované automatické vedení vlaku (AVV, resp. ATO)

Jak již bylo zmíněno, ATO představuje nový harmonizovaný subsystém ERTMS, tedy ERTMS/ATO, který se skládá ze dvou subsystémů (viz Obr. 2): 1) mobilní části ATO (označované jako ATO-OB) a 2) traťové části ATO (označované jako ATO-TS). Obě části spolu harmonizovaně, tedy dohodnutým způsobem rádiově komunikují (aplikační popis v SUBSET-126 [1]), přičemž reakce ATO-OB na podněty ATO-TS (a naopak) jsou rovněž definovány (SUBSET-125 [1]). Mohou si tedy vyměňovat zajímavé informace, které je pak možno zpracovávat v navazujících systémech řízení železničního provozu TMS (Traffic Management System; v našich podmínkách jde např. o systém TrafficSWing GTN). ATO-TS posílá na vlak popis tratě a jízdní řád (on-line), který je tudíž na vlaku stále aktuální. Naopak ATO-OB reportuje do ATO-TS svou aktuální polohu, rychlost a odhady předpokládaných příjezdů/průjezdů vlaku v definovaných význačných místech (mandatorně alespoň jednoho dalšího, volitelně až do 31.) na trati (obvykle stanice, výhybny, dopravní zastávky, ...), což lze pak využít k volbě vhodných míst křižování/předjíždění různých vlaků.



Obr. 2 - Referenční architektura ERTMS/ATO (tj. ATO-OB + ATO-TS) dle SUBSET-125 [1]

Dalším harmonizovaným rozhraním (viz Obr. 2) je pak komunikace mezi ATO-OB a mobilní částí ETCS (SUBSET-130 [1]). Výměna informací na tomto rozhraní pak přináší výměnu dohledových informací, aby ATO-OB mělo představu o tom, jaká omezení a dohledové limity (brzdné křivky) jsou bezpečně dohlíženy mobilní částí ETCS, a naopak, aby mobilní část ETCS měla informaci o tom, že vlak je veden ATO-OB, nikoli strojvedoucím, a aby tedy mohla přizpůsobit zobrazování (potlačení zvukových a barevných indikací na DMI pro strojvedoucího) a dohled brzdných křivek (potlačení intervence na základě překročení dohledového limitu provozní brzdy (SBI2, resp. SBI1)). Pro tento účel byl v ETCS založen nový provozní režim Automatická jízda, AD (Automatic Driving), který vychází z módu Plného dohledu, FS (Full Supervision) – viz porovnání zobrazování pro strojvedoucího na displeji DMI na Obr. 3. Dále toto rozhraní umožňuje, aby ATO-OB používalo pro povely a indikace stejný displej, který používá k zobrazování a povelování primárně mobilní část ETCS.



Obr. 3 - Porovnání zobrazení ERTMS/ETCS při dohledu cíle v provozním režimu AD (vlevo) vs. FS s C-DAS indikacemi (uprostřed) vs. FS bez C-DAS (vpravo)

Jak je patrné z Obr. 3 výše, je nedílnou součástí každého harmonizovaného ATO pomocný systém C-DAS (Connected-Driver Advisory System), který má strojvedoucí možnost v provozním režimu Plného dohledu (FS) zapnout, a to v případě, že se nerozhodne, aby vlak byl veden systémem ATO-OB ve stupni automatizace GoA 2, a tedy jel v provozním režimu Automatické jízdy (AD). C-DAS indikace zobrazují strojvedoucímu (v FS) nejen informace o názvu a odhadovaném času příjezdu do dalšího místa zastavení, ale také rady o tom, zda a v jakém místě tratě má začít zrychlovat/zpomalovat (a na jakou cílovou rychlost), popř. zadat výběh, aby jel efektivně a přesně dle jízdního řádu (včas). Po zastavení se mu pak dle informací z ATO-TS zobrazuje přesnost zastavení, zbývající doba pobytu a informace o dveřích (zda je jejich ovládání automatické, či manuální – v druhém případě pak i žádosti k obsluze dveří, a to včetně specifikace strany jejich obsluhy (vpravo / vlevo / obě strany)).

Co však v systému ERTMS/ATO definováno harmonizovaně není, jsou vlastní regulační algoritmy, které mají za úkol vést vlak s minimem spotřebované energie a včas. Například produkt AŽD DriveSWing AVV-10 je založen na léty prověřeném systému automatického vedení vlaku AVV&CRV, který byl doplněn o potřebná harmonizovaná rozraní, čili je možno jej označit za konkrétní realizaci systému ATO-OB. Z hlediska kompletního řešení ATO over ETCS je dlužno podotknout, že v portfoliu AŽD je již též dostupný produkt ATO-TS typu DriveSWing DRS-10.

## 2.4.2 Dohlížený rádiem řízený posun/pohyb (SM)

Donedávna (myšleno dle dřívějších specifikací) byl dohled nad posunem poskytován ETCS poměrně omezený. Šlo v podstatě jen o dohlížení konstantní rychlosti, která byla traťovou částí ETCS dovolena pro jízdu v provozním režimu Posun, SH (Shunting). V tomto provozním režimu (SH) je možno posunujícímu dílu z traťové části ETCS jen vymezit oblast pro posun, a to buď seznamem balízových skupin, které je mu dovoleno při posunu minout (platí pouze v aplikační úrovni L2, a to ještě před zahájením posunu), popř. příkazy „Posun zakázán“ („Danger for Shunting“) v balízových skupinách, které na trati / v dopravných nesmí minout, jinak by došlo k jeho nouzovému zastavení (přechodem do provozního režimu Nedovolené projetí, TR (Trip)). Nadto mobilní část ETCS v aplikační úrovni L2 po přechodu do režimu SH ukončuje komunikaci s RBC, a tudíž není možno příslušný posunující díl nikterak nadále ovlivňovat (např. mu poslat příkaz k zastavení, či mu aktualizovat vymezenou oblast pro posun).

Byla tedy velká snaha dohled ETCS nad posunem, obecně jakýmkoli pohybem lépe zabezpečit. Vznikl tedy a nové TSI CCS 2023 zavedly nový provozní režim Dohlížený posun, SM (Supervised Manoeuvre), jenž představuje rádiem řízený posun, který je z podstaty věci umožněn jen v aplikační úrovni L2 a při němž se rádiové spojení s traťovou částí ETCS záměrně neukončuje. Předávají se při něm v rámci SM Autorizace klasická oprávnění k jízdě, vč. popisu tratě (zejm. rychlostní profily, podélné sklony a další), což umožní dohled a zobrazování na úrovni Plného dohledu (FS), tedy včetně dohlížení brzdných křivek, plné lokomotivní signalizace (in-cab signalling). Plná lokomotivní signalizace v režimu SM (viz Obr. 4) pak v budoucnu umožní odstranit proměnná seřadovací návěstidla z trati/dopraven, protože strojvedoucí má dostatek informací pro bezpečnou jízdu – povolený směr pohybu (viz šipku v oblasti B8, tj. pod ukazatelem rychlosti na Obr. 3), dovolenou rychlost (viz bílou značku na stupnici rychloměru), v případě potřeby též rychlost cílovou (viz šedou značku tamtéž) spolu se vzdáleností příslušného čela (před/za lokomotivou) posunového dílu od cíle.



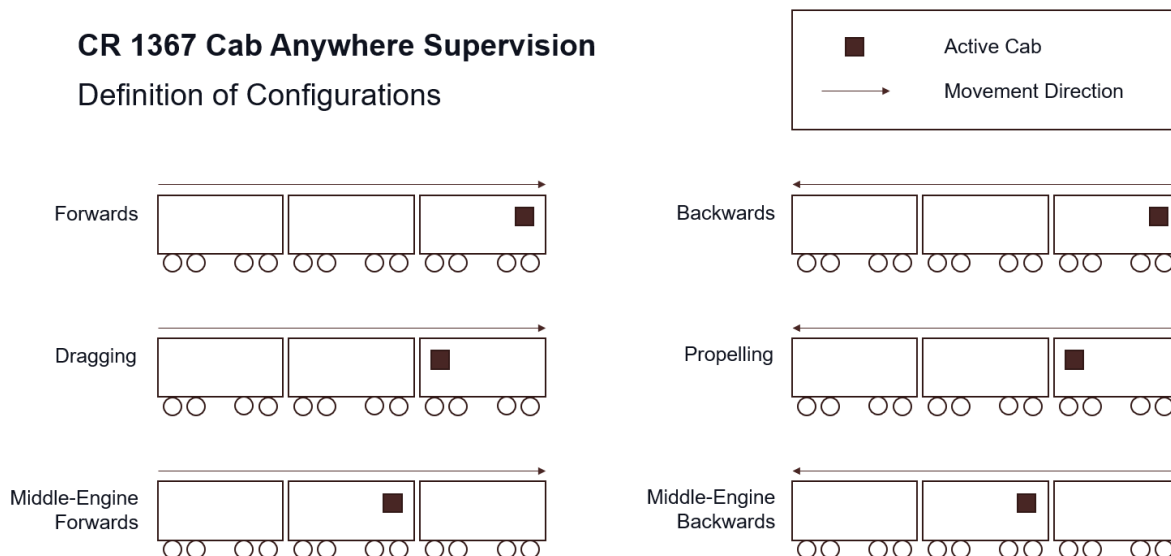
Obr. 4 - Porovnání indikací ERTMS/ETCS v režimu SM: sunutého posunujícího dílu při dohledu cíle s rychlostí 0 km.h<sup>-1</sup> (vlevo) vs. taženého posunujícího dílu při dohledu konstantní rychlosti 40 km.h<sup>-1</sup> (vpravo)

Výhodou provozního režimu SM je, že stanoviště strojvedoucího nemusí být nutně v čele sunutého posunového dílu – viz Obr. 5 (nutnost reportování a dohledu šesti čel), vlaková data nemusí být validní z důvodu jejich častých změn při posunu (pro dohled se použijí konfiguračně předdefinovaná defaultní data) a pozice posunového dílu není plně definovaná. Jde o provozní režim navržený tak, aby pokryl všechny konfigurace naznačené na Obr. 5 níže.



## CR 1367 Cab Anywhere Supervision

### Definition of Configurations



Obr. 5 - Možné konfigurace posunového dílu v rámci nového provozního režimu Dohlžený posun/pohyb, SM (Supervised Manoeuvre) [Zdroj: CR1367 „Cab anywhere supervision“, který režim SM do specifikací ETCS zavedl]

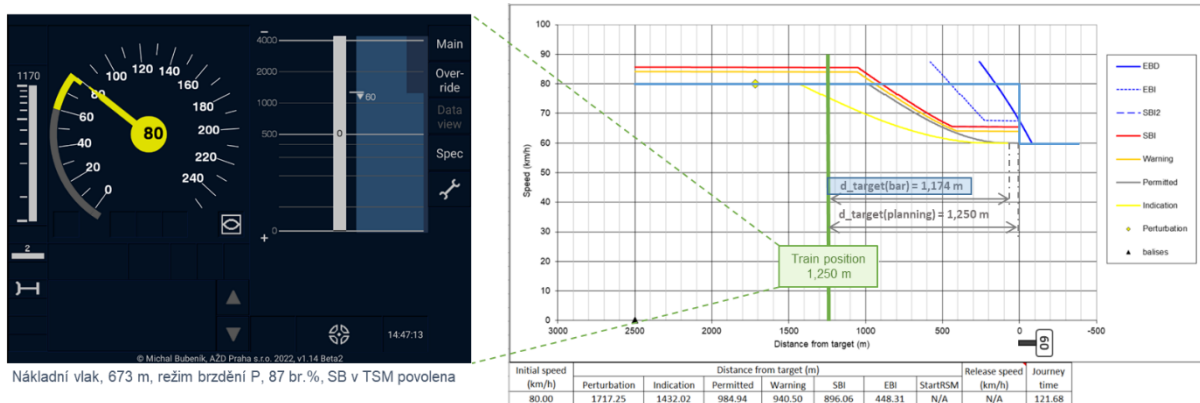
Ovšem nutnou podmínkou provozního režimu SM je mít informaci o celistvosti soupravy posunujícího dílu, kde se spoléhá buď na ucelené soupravy, anebo u svěšovaných souprav na automatické digitální spřáhlo DAC (Digital Automatic Coupler), jehož jedním z výstupů by po jeho dokončení právě tato informace měla být.

### 2.4.3 Hlášení celistvosti a bezpečné délky vlaku (TIMS)

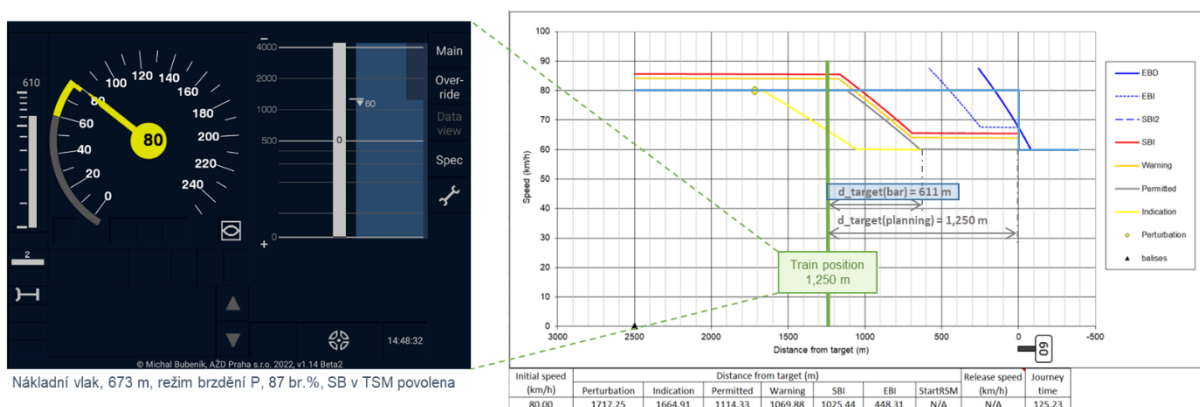
Z hlediska hlášení celistvosti vlaku došlo k upřesnění definice bezpečné délky vlaku/soupravy, vč. jejího výpočtu a specifikace rozhraní k vlaku. Dále se definovaly stavy celistvosti vlaku a podmínky přechodu mezi nimi ve vztahu k reportování této informace do traťové části ETCS, resp. RBC. Nově je tedy například zřejmé, že pro hlášení bezpečné délky vlaku musí mít RBC prokazatelně k dispozici aktuálně platná data o délce vlaku/soupravy, tato se nezměnila a vlak se od okamžiku potvrzení integrity externím zařízením pohyboval vždy stejným směrem (ve směru své orientace). Až s těmito úpravami, je možno informaci o celistvosti vlaku a jeho bezpečné délce využít k bezpečnému uvolňování infrastruktury za vlakem, a tak realizovat jízdu následných vlaků v pohyblivém bloku, k čemuž bude dle TSI CCS 2023 nově docházet v aplikační úrovni ETCS L2, neboť úroveň ETCS L3 byla s touto sloučena (a nadále samostatně neexistuje). Poprvé je tedy definována ucelená a úplná sada požadavků na provoz vlaků s kontrolou celistvosti (TIMS, Train Integrity Monitoring System), umožňující dohlížet jízdu následných vlaků v pohyblivém bloku.

### 2.4.4 Optimalizované brzděné křivky ETCS ( $t_e$ )

V rámci nových specifikací ETCS B4R1 byla zapracována první optimalizace brzděných křivek, která primárně umožňuje zavést další optimalizace navržené českými autory z AŽD a VUZ v člancích SIGNAL+DRAHT [3] a [4]. Tato první optimalizace, která byla detailně rozpracována, verifikována a vůči (více než 4 000) reálným měřením UIC validována pracovní skupinou UNISIG Braking curves TF, a to za úzké spolupráce s ERA a EEIG ERTMS Users Group (EUG), spočívá v redukci doby náběhu brzdy  $t_e$  (zprava), kdy si mobilní část ETCS SV 3.0 nově bude pro každý cíl zvlášť počítat ekvivalentní dobu náběhu brzdy dle skutečně potřebné doby, kterou získá z rozdílu skutečné (okamžité) a cílové rychlosti [4]. Takto získaná doba náběhu brzdy se poté použije ve vlastních výpočtech brzděných křivek ETCS (dle nové přílohy SUBSET-026 A.3.12 [1]), což obecně zlepšuje dojezdy vlaků ke snížení rychlosti (viz obr. 6 a 7, zachycující snížení rychlosti z 80 na 60 km.h<sup>-1</sup> a brzděné křivky nákladního 673 m dlouhého vlaku; pozn. rozdíl je markantní, neboť je povoleno použití SB při dohledu cíle).



Obr. 6 - Brzdné křivky ETCS dle B4R1, resp. prováděcího nařízení Komise (EU) 2023/1695 (resp. pův. [4], popř. [5])



Obr. 7 - Brzdné křivky ETCS dle B3R2, resp. nařízení Komise (EU) 2016/919

Jak je z obrázků výše patrné, dojde s touto optimalizací ke zefektivnění a zrychlení dojezdu vlaků k cíli, neboť vlak jedoucí pod dohledem ETCS je navigován dle šedé křivky na obr. 6 a 7, dle níž je odvozována dovolená rychlost zobrazovaná na DMI strojvedoucímu, stejně tak jako od jejíž paty je odvozována zobrazovaná vzdálenost do cíle v oblasti A [pozn.: oblast vlevo vedle rychloměru] a od níž je mobilní částí ETCS požadována jízda již cílovou rychlostí. Více informací o této změně je možno nalézt v článku [6] a související proces jejího návrhu, verifikace, validace a testování strojvedoucími holandského dopravce NS na NEO simulátoru ProRail je populární formou popsáno v článku [7].

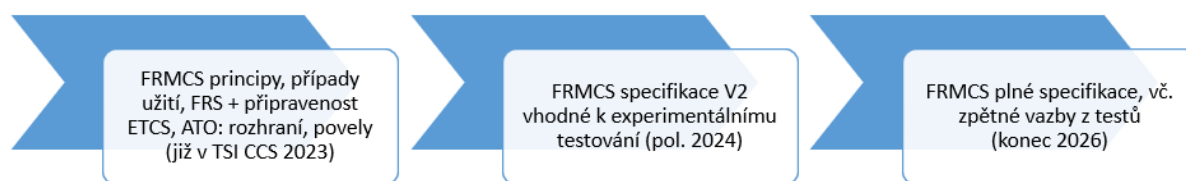
Tato optimalizace doby náběhu brzdy navíc umožňuje provedení dalších navazujících optimalizací, které spočívají v lepším zohledňování odrychlení již brzdících vlaků při dojezdech k cíli, což se dnes jeví jako problematické [8]. Tato navazující optimalizace pak má *potenciál odstranit v nominálních případech nutnost používání uvolňovacích rychlostí* při dojezdech ke konci oprávnění k jízdě [3]. Bylo by tedy velmi dobře touto změnou a s ní související navazující oficiální požadavek na změnu specifikací ETCS CR1385 "Possible improvements of ETCS Harmoni-sed Braking curves model - taking into account that the train is actually braking", který byl založen Českou republikou a který již byl na úrovni ERA diskutován a považován za validní, všemi možnými způsoby prosazovat, aby byl zařazen do programu činnosti pro další vydání specifikací ETCS, resp. další revizi TSI CCS, která se očekává v roce 2027.

## 2.4.5 Nový komunikační systém pro železnici (FRMCS)

TSI CCS 2023 zavádí přípravu na přechod na nový komunikační systém pro železniční aplikace, který bude založený na 5G technologii, označený zkratkou FRMCS (Future Railway Mobile Communication System). Cílem je zvýšit dostatečně přenosovou kapacitu datových přenosů, a to jak pro hlasové přenosy, tak pro datové přenosy aplikací, jako je ETCS, ATO, tak výhledově i pro datové přenosy dalších aplikací (velkých objemů dat pro účely údržby, video streamovacích služeb, CCTV, Internetu věcí (IoT), ...). Z hlediska

zavádění FRMCS byla provedena v subsystémech ETCS a ATO příprava, a to zejména z hlediska příkazů ošetřujících navázání komunikace prostřednictvím sítě FRMCS. V ETCS byl pro tento účel pro traťovou část ETCS SV X=3 upraven paket 45 pro navázání komunikace, aby nově obsahoval specifikaci typu komunikační sítě, pro traťovou část ETCS SV X=2 byl přidán doplňkový paket 245, který typ komunikační sítě blíže specifikuje, a pro traťovou část ETCS SV X=1 byla vyhrazena speciální hodnota proměnné NID\_MN paketu 45 o významu, které budou využívat jen mobilní části ETCS SV 3.0 pro komunikaci prostřednictvím sítě FRMCS. Nově je také na DMI umožněno strojvedoucímu typ komunikační sítě zvolit manuálně.

Ač základní principy, funkční scénáře a požadavky na FRMCS již známy jsou, vlastní specifikace ještě nejsou úplné. Další harmonogram jejich vývoje zachycuje Obr. 9.



Obr. 9 - Harmonogram vývoje příprav vlastních specifikací FRMCS

Očekává se, že FRMCS specifikace k experimentálnímu testování (V2) budou vydány v rámci technického stanoviska ERA, zatímco plné specifikace FRMCS jako revize TSI CCS.

## 2.5 Zpětná a dopředná kompatibilita

Nové TSI CCS 2023 zavádí novou systémovou verzi (SV) 3.0, která je-li implementovaná na mobilní části ETCS podporuje všechny legální SV traťových částí ETCS, tj. 3.0, 2.3, 2.2, 2.1, 2.0, 1.1 a 1.0. Pro mobilní část ETCS pak nové TSI CCS 2023 ještě zavádí údržbu SV 2.1 (obsahující a podporující plně všechny SV traťové části ETCS 2.1, 2.0, 1.1 a 1.0 a omezeně 2.3 a 2.2) a novou SV 2.2, která je proti údržbové verzi 2.1 rozšířena o ATO over ETCS (a podporuje plně všechny SV traťové části ETCS 2.2, 2.1, 2.0, 1.1 a 1.0 a omezeně 2.3). Dále nové TSI CCS 2023 zavádí koncept SV 2.3 pro traťovou část ETCS, která je proti SV 2.2 rozšířena o podporu provozního režimu SM (Supervised Manoeuvre) a doplňkové povely pro komunikaci prostřednictvím nové rádiové sítě FRMCS.

## 4 ZÁVĚR

**Balík** technických **specifikací** pro interoperabilitu **TSI 2023** (Technical Specifications for Interoperability), který byl pojmenován „**Digital Rail and Green Freight**“, pozměňuje kromě jiných TSI (ENE, INF, LOC&PAS, NOI, OPE, PRM, WAG) také **TSI CCS**, které byly publikovány jako prováděcí nařízení Komise (EU) 2023/1695, jimž se primárně věnuje tento příspěvek, které přináší **vedle nových přístupů** (jednotná sada specifikací, redukováná obálka funkcí, resp. SV) **a oprav chyb** v původních specifikacích systému ERTMS (ETCS a GSM-R) také **zavedení nových subsystémů ERTMS (ATO a FRMCS) a také nové funkční vlastnosti** a s nimi související mnohá vylepšení. Jde například o:

- možnost **snížení počtu prvků na infrastruktuře**, jejichž instalace a následná údržba je třeba, **odstraněním seřadovacích návěstidel** na trati (ve stanicích) – provozní režim SM (CR1367)
- možnost **snížení počtu prvků na infrastruktuře**, jejichž instalace a následná údržba je třeba, **odstraněním detekčních prostředků** na trati – bezpečné hlášení konce vlaku, vč. informace o integritě (CR940)
- možnost **zvýšení propustné výkonnosti** – **optimalizované brzděné křivky** ETCS, lepší/přesnější navigace k omezením rychlosti na trati / dohlíženému místu (CR1344)

- možnost **zvýšení přenosové kapacity – zavedení rozhraní k novému rádiovému 5G komunikačnímu systému FRMCS** (CR1359)
- možnost **úspory energie, zvýšení přesnosti a zefektivnění řízení železniční dopravy** její automatizací – **zavedení** dalšího subsystému ERTMS, kterým je automatické vedení vlaku **ATO ve stupni GoA 2** (CR1238)
- **zvýšení kybernetické bezpečnosti ETCS** – ochrana např. proti útoku typu odepření služby (DDoS) z HP dat (CR1423), zvýšení bezpečnosti (security) přechodu z ETCS aplikační úrovně 2 (CR1240)

Dále také nové TSI CCS 2023 (prováděcí nařízení Komise (EU) 2023/1695) **sjednocují překlady textů** zobrazovaných na displeji **DMI** pro strojvedoucího (viz jejich Dodatek E v různých jazykových mutacích).

#### LITERATURA:

[1] European Union Agency for Railways (ERA) – Union Industry of Signalling (UNISIG) – EEIG ERTMS Users Group (EUG) – International Union of Railways (UIC) – European Telecommunications Standards Institute (ETSI) – ERTMS Accredited Laboratories (EAL) – Joint Undertaking Shift<sup>2</sup>Rail (JU S2R). **Single set of ERTMS mandatory documents referred to in Appendix A of CCS TSI 2023 (Implementing Regulation (EU) 2023/1695)**. Dostupné na: < <https://www.era.europa.eu/era-folder/1-ccs-tsi-appendix-mandatory-specifications-etcs-b4-r1-rmr-gsm-r-b1-mr1-frmcs-b0-ato-b1> >. European Commission (EC), 2023.

[2] European Union Agency for Railways (ERA). **Free Webinar: TSI Revision Package 2023 - Key Changes (Part I - Rolling stock and CCS)**. Valenciennes: ERA, 2023. 15<sup>th</sup> June 2023. Accessible from WWW: < <https://www.era.europa.eu/content/free-webinar-tsi-revision-package-2023-key-changes-part-i-rolling-stock-and-ccs> >.

[3] MAREK, Jakub – MYLSIVEC, Ivo – DRÁPAL, Bohumil. **Modell der ETCS-Bremskurven:**

**Verbesserungsvorschlag für bereits bremsende Züge | The ETCS braking curves model:**

**Proposal for improvements for already braking trains.** In SIGNAL+DRAHT (112) 3/2020

[with an update and corrections of printing errors in (112) 6/2020]. Hamburg: DVV Media Group

GmbH, 2020. p. 36–46. ISSN 0037-4997.

[4] MAREK, Jakub – MYLSIVEC, Ivo – BUBENÍK, Michal – DRÁPAL, Bohumil. **Aktualisierung**

**des Vorschlags zur Verbesserung der ETCS-Bremskurven | Update on the proposal for**

**improvements of the ETCS braking curves.** In SIGNAL+DRAHT (112) 6/2020. Hamburg:

DVV Media Group GmbH, 2020. p. 49–54. ISSN 0037-4997. Accessible from WWW:

< <https://www.azd.cz/en/other-information/etcs-braking-curves> >.

[5] MAREK, Jakub – MYLSIVEC, Ivo – BUBENÍK, Michal. **Návrhy úprav funkčního chování**

**ERTMS/ETCS při dohledu cíle na generické úrovni.** In Vědeckotechnický sborník SŽ.

Praha: Generální ředitelství Správy železnic, státní organizace, 2020, č. 2, s. 83–107. ISSN 2694-9172. Dostupný z WWW: < <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/publikace/vts> >.

[6] MAREK, Jakub. **Brzdné křivky ETCS možnosti jejich optimalizace na generické úrovni.** In 10. konference – Sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2021. s. 183–191. ISBN 978-80-907189-3-7.

[7] MAREK, Jakub. **Původem český návrh na vylepšení brzdných křivek ETCS byl otestován strojvedoucími na simulátoru v Holandsku.** In AŽD Reportér. Praha: Generální ředitelství AŽD Praha s.r.o., 2022, č. 3, s. 50–55. Dostupný z WWW: < <https://www.azd.cz/cs/media/casopis-reporter> >.

[8] TRÖGEL, Martin. **Problematika dojezdu vlaku ke konci oprávnění k jízdě v ETCS z pohledu SŽDC [dnes Správy železnic].** Příspěvek na odborném semináři „K aktuálním problémům zabezpečovací techniky XIII“. Plzeň: ZČU v Plzni, 2018. 22 s. Dostupný z WWW: < [https://fel.zcu.cz/cz/about/conferences/2018/seminar\\_DE/index.html](https://fel.zcu.cz/cz/about/conferences/2018/seminar_DE/index.html) >.

## **ZKUŠENOSTI S PROCESEM „TRACKSIDE APPROVAL“** **AGENTURY EVROPSKÉ UNIE PRO ŽELEZNICE**

**Ing. Michal Bahenský**  
**Správa železnic, GŘ, Odbor přípravy staveb**

Čtvrtý železniční balíček zavedl v listopadu 2020 novou povinnost pro železniční průmysl, schválení traťové části tzv. Trackside Approval. Jde o schvalovací proces, který zastřešuje Agentura Evropské unie pro železnice (ERA) a týká se všech projektů ERTMS (ETCS a GSM-R), jejichž tendr na realizaci byl vyhlášen po listopadu 2021.

Schvalovací proces je povinný pro všechny provozovatele systému ERTMS v Evropské unii, tedy i pro Správu železnic. Výsledkem tohoto procesu je vydaný certifikát o schválení traťové části. Rozhodnutí agentury slouží v daných evropských zemích jednotlivým NSA (National Safety Authority) pro kolaudační rozhodnutí. V České republice tuto roli plní Drážní úřad. Proč je takový postup potřeba? Dle směrnice o interoperabilitě schválení agenturou představuje další krok, který má zajistit interoperabilní řešení systému ERTMS.

Nad rámec certifikátů ERTMS Trackside Approval agentura zajišťuje:

- vydávání jednotného (celoevropské) osvědčení o bezpečnosti,
- schvalování vozidel vč. povolení uvedení železničních vozidel na trh.

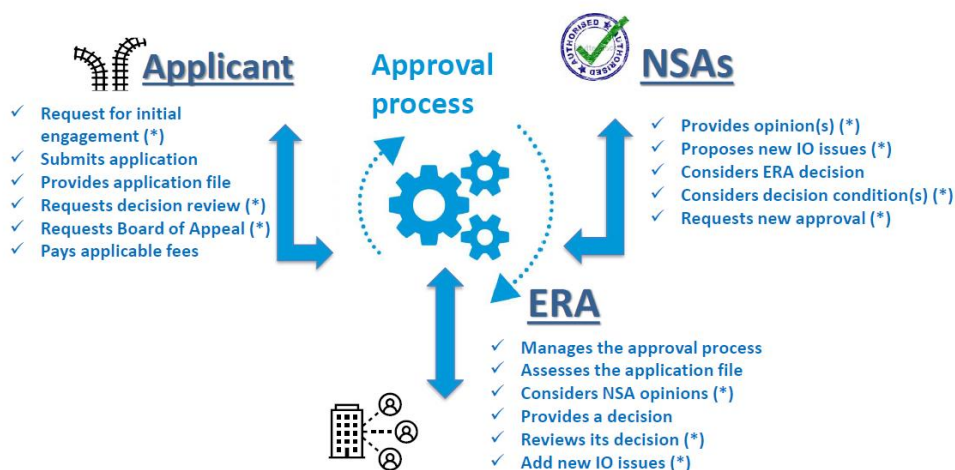
### **LEGISLATIVA**

Právní rámec schvalovacího procesu projektů ERTMS je stanoven článkem 19 Směrnice o interoperabilitě 2016/797. Uvedený článek definuje role žadatele (většinou správce infrastruktury), agentury jako garanta implementace interoperabilních řešení, role drážních úřadů a nápravný mechanismus pro řešení případných rozporů.

Odpovědnosti jednotlivých stran zahrnutých ve schvalovacím procesu a vztah mezi nimi ilustruje obrázek č. 1.



### Trackside Approval - Entities



(\*) conditional

Obr. 1 - Matice odpovědnosti TA



Článek 3 směrnice vymezuje rozsah podkladů, které mají být podkladem pro rozhodnutí agentury, následovně:

- návrh zadávací dokumentace nebo popis plánovaných technických řešení;
- doklad o splnění podmínek nezbytných pro technickou a provozní kompatibilitu subsystému s vozidly určenými pro provoz dané sítě;
- doklad o souladu plánovaných technických řešení s příslušnými TSI;
- jakékoli další relevantní dokumenty, jako jsou stanoviska vnitrostátního bezpečnostního orgánu, prohlášení o ověření nebo certifikáty shody.

Článek 19

Harmonizované provádění ERTMS v Unii

1. V případě subsystémů „traťové řízení a zabezpečení“ zahrnujících zařízení evropského vlakového zabezpečovacího systému (ETCS) nebo globálního systému pro mobilní komunikace v železničním provozu (GSM-R) zajistí agentura harmonizované provádění systému ERTMS v Unii.
2. S cílem zajistit harmonizované provádění ERTMS a interoperabilitu na úrovni Unie zkontroluje agentura před jakoukoli výzvou k podávání nabídek pro traťové zařízení ERTMS, zda jsou technická řešení plně v souladu s příslušnými TSI, a tudíž plně interoperabilní.
3. Žadatel podá žádost o schválení agenturou. K žádosti týkající se jednotlivých projektů ERTMS nebo kombinace projektů, trati, skupiny trati nebo sítě musí být přiložen soubor dokumentů, který obsahuje:

- a) návrh zadávací dokumentace nebo popis plánovaných technických řešení;
- b) doklad o splnění podmínek nezbytných pro technickou a provozní kompatibilitu subsystému s vozidly určenými pro provoz dané sítě;
- c) doklad o souladu plánovaných technických řešení s příslušnými TSI;
- d) jakékoli další relevantní dokumenty, jako jsou stanoviska vnitrostátního bezpečnostního orgánu, prohlášení o ověření nebo certifikáty shody.

Obr. 2 - Výňatek článku 19 směrnice o interoperabilitě (Evropská unie, 2023)

Původní myšlenka byla umožnit žadateli proces dokončit před výběrem dodavatele stavby, nebo krátce po zahájení implementace vlastního řešení. Realita je ovšem odlišná. Správa železnic první proces zahájila v polovině roku 2021, další na podzim 2021. Do dnešního se nepodařilo uzavřít jediný proces. Důvodů je několik:

- Omezené lidské zdroje agentury, dodavatelů, Správy železnic;
- Absence příruček, vzorových materiálů, podle kterých má žadatel postupovat;
- Velmi vysoká úroveň detailů, které v rámci procesu agentura zkoumá;
- Některé dokumenty potřebné pro schválení agenturou jsou dostupné, až s blížícím se dokončením projektu;
- Administrativní náročnost a rozsah celého procesu;
- Za procesy zahájené do listopadu 2021 je žadateli účtován poplatek 130 €/hod práce agentury (nyní je to 269 €/hod!).

Na předposlední bod se nyní zaměříme a proces popíšeme, tak jak jej uchopila agentura. Schválení se dělí do čtyř fází. Jednotlivé kroky ilustruje následující obrázek:



Obrázek 3: Grafická ilustrace procesu TA (DAME, 2022)

Komunikace s agenturou probíhá v anglickém jazyce. Výjimku tvoří dokumenty, které žadatel předkládá jako důkazy. Ty mohou být v národním jazyce, agentura si překlad zajišťuje vlastními silami.

Fáze prvotních kontaktů je krok nepovinný, ale doporučený. Slouží pro představení projektu agentuře a nastavení strategie schvalování s ohledem na dostupnost dokumentů, které jsou ze strany agentury požadovány.

Ve druhé fázi jsou agentuře předávány dokumenty, podle kterých agentura kontroluje, že posuzovaný projekt splňuje požadavky interoperability. Výměna dokumentů mezi agenturou a žadatelem probíhá prostřednictvím jednotného kontaktního místa, tzv. One Stop Shopu.

Druhá fáze je časově, administrativně i personálně nejnáročnější. Níže jsou stručně popsány jednotlivé kroky, které žadatel o schválení musí agentuře, prostřednictvím OSS, předložit a agentura schválit. V případě žádostí Správy železnic se jedná o desítky dokumentů ty zahrnují části projektové dokumentace, směrnice a nařízení Správy železnic, nebo interní dokumenty dodavatelů.

Dále jsou popsány jednotlivé body, tak jak jsou dokládány do jednotného kontaktního místa.

### **1. Popis rozsahu žádosti (Application Scope Description)**

Tento krok slouží k přesnému vymezení rozsahu projektu, který odpovídá oblasti pokrytí systémem ETRMS. Je řešena aplikační úroveň ETCS, vymezení začátku a konce projektu na infrastrukturu, přechody mezi úrovněmi ETCS, systémy třídy B.

### **2. Důkaz o zohlednění relevantních TSI (Evidence of Inclusion of Relevant Control Command and Signaling TSI)**

Tento krok zahrnuje obecný popis verze TSI podle kterého je projekt implementován. Agentura se dále dotazuje na způsob implementace novějších verzí, ošetření change requestů<sup>1</sup>.

### **3. Plán projektu (Projects Plan)**

Plán projektu slouží ke sledování, milníků a termíny schválení. Pomáhá agentuře v plánování zdrojů.

### **4. Seznam funkcí ETRMS**

### **5. Řešení známých problémů interoperability (Functions List and Issues Log)**

### **6. Technická pravidla a scénáře provozních zkoušek (Engineering rules and operational test scenarios)**

Body 4, 5 jsou vzájemně provázané, tvoří jádro celého procesu schválení a odkazují na excelovou tabulku označovanou jako Functions List and Issues Log, která je dostupná na webu agentury.

Agentura se dotazuje na způsob, jakým jsou ošetřeny známé problémy interoperability, které jsou jí v době schvalování známy.

Bod 6 slouží pouze jako archivaci dokumentů, použitých jako důkazy toho, že jsou známé problémy ošetřeny.

Počet dotazů, které je zapotřebí odpovědět a dokladovat, se liší dle typu projektu. Nejvyšší počet je u projektů ETCS L2 kde přesahuje 110. Nižší počet je naproti tomu u projektů na bázi ETCS L1, kolem 30 dotazů.

### **7. Strategie a plán testování (Test Strategy and Test Plan)**

Tento dokument je dostupný povětšinou v závěrečné fázi implementace. Obsahuje popis testů prováděných v laboratoři a v terénu v souladu s TSI, dodává jej zhotovitel.

### **8. Podmínky nezbytné pro technickou a provozní kompatibilitu subsystému s vozidly určenými k provozu na trati (Conditions Necessary for Technical**

---

<sup>1</sup> Požadavek na úpravu parametrů systému ETRMS vzešlý z reálného provozu systému, zjištěného při vývoji. Jedná se tedy opravu chyby nebo nepřesnosti systému.



### **and Operational Compatibility of Subsystems with Vehicles Intended to Operate in the Trackside)**

Tento bod se vztahuje k použití NRD (National Rules Database) pro ověření technické a operační kompatibility.

#### **9. Předchozí povolení nebo stanoviska pro traťové zařízení ERTMS vydané vnitrostátním bezpečnostním orgánem, která jsou relevantní pro plánovaná technická řešení (Previous ERTMS Trackside Authorization or Opinions by an NSA, Relevant to the Technical Solutions Envisaged)**

Pokud některé technické řešení bylo již dříve schváleno příslušným NSA, je možné se na toto schválení odkázat.

#### **10. ES certifikáty a ES Prohlášení o shodě prvků interoperability (EC Certificates and EC Declarations of Conformity of the Interoperability Constituents)**

Certifikáty a prohlášení jsou součástí schválení, ale jsou dostupné v pozdější fázi projektu.

#### **11. Certifikáty ES a ES prohlášení o ověření traťového subsystému (EC Certificates and EC Declarations of Verification of the Trackside Subsystem)**

Stejně jako předchozí bod, tyto informace jsou dostupné až po rozhodnutí.

#### **12. Vnitrostátní předpisy týkající se ERTMS, které musí být zohledněny v záměru žádosti (National Rules Related to ERTMS that Must be Considered in the Application Scope)**

Tento bod je zbytečný, pokud je subsystém na trati plně kompatibilní s TSI.

#### **13. Výjimka z uplatňování jedné nebo více TSI nebo jejich částí (Exemption from the Application of One or More TSIs or Parts of Them)**

Projekty ERTMS v podmínkách ČR neuvažují s řešením odchylným od TSI.

#### **14. Identifikace předchozích schválení (Previous Approval(s) Identification)**

Poslední bod je aplikovatelný pouze v případech, kdy část projektu již získala schválení agenturou.

## **PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI**

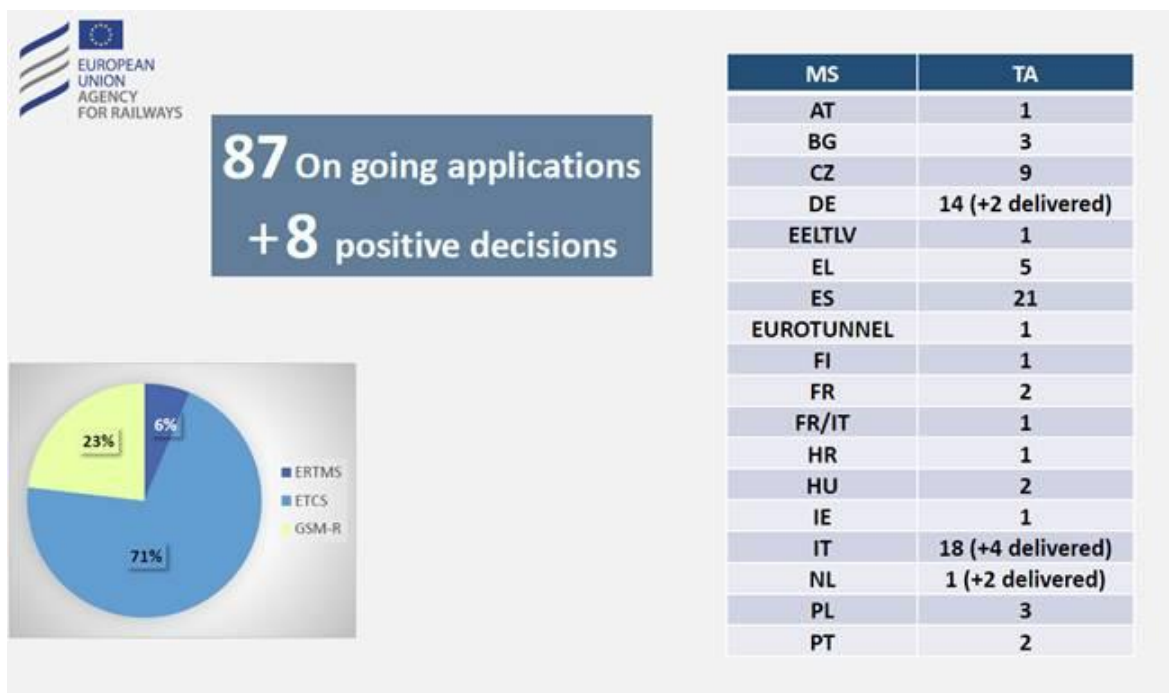
Celý proces je poměrně otevřený. Žadatel může některé body označit jako nerelevantní pro danou žádost. Jde většinou o národní legislativu, výjimky z TSI, nebo předchozí schválení. Projektový manažeři agentury jsou proaktivní, komunikace s nimi je rychlá. Problém však nastává, v momentě, kdy předložené dokumenty nejsou ze strany jejich expertního týmu uznány jako relevantní, nebo jednoduše takový dokument neexistuje.

Úroveň detailů zkoumaných agenturou dosahuje takové technické úrovně, že počet expertů, kteří disponují potřebnou znalostí jsou, nejen v podmínkách ČR, jednotky. Dotazy často míří až na úroveň hodnot proměnných jednotlivých paketů používaných v balících. Projektové dokumentace běžně této podrobnosti nedosahují, dokončení schválení agenturou je tedy reálně možné během realizace, případně před kolaudací.

Častým jevem v rámci celého procesu je opakování dotazů, nebo otázky, které (i) ne zcela souvisí s jeho předmětem daného bodu, (ii) obvykle generují další, doplňující dotazy. Například u bodu 1 tj. u popisu projektu, se agentura dotazuje na obsah paketů na hranici oblasti, jak ilustruje následující obrázek. Nebo na způsob distribuce SIM karet, způsob migrace mezi systémem třídy B na systém třídy A.

<b>Question 1</b>	<p>What are priority orders for all level transitions (packets 41/46), for all directions, within the geographical scope and at its boundaries? If any, please outline also temporary authorized level(s) considering possible migration stages.</p> <p><u>ERA V5:</u> Are packets 41 and/or packets 46 sent by RBC ? What are the related level priority orders ?</p>
<b>Applicant answer</b>	<p>Packet 46 for ETCS L2 area (LNTC(33)/L0/L2).</p> <p>Packet 41 for non-ETCS L2 area (LNTC(33)/L0), or LNTC(SHP)/L0 towards Miedzylesie.</p>
<b>Where to find</b>	<p>Please, indicate where to find the answer provided: the document name, availability date, reference, chapter, paragraph, requirement id,...</p>
<b>Applicant information</b>	<p><a href="#">V4 Both packets are specified in P81000_2_r04_200711_z.pdf, page 20 and 22.</a></p>
<b>Applicant action</b>	<p>In case of new document(s), please attach it/them also in the application issue answer</p>
<b>Status</b>	<p><u>ERA V1/V3:</u> Pending clarification/action</p> <p><u>ERA V5:</u> Pending clarification. Pending action: please link the document [7] to the item 1 in the mapping table.</p>

Na Českou republiku, ke konci října, připadá 11 procesů schválení. Dle výkladu poskytovaného agenturou připadá na každý kolaudovaný projekt jedna žádost o schválení traťové části. Celkový počet žádostí o schválení agenturou přesahuje 90, dokončit se jich podařilo 10 %.



Obr. 4 - Přehled procesů Trackside Approval (Bueno, 2023)

Žádná z nich dosud nemá schválení, s podzimním uvedením nové verze (verze 6) souboru dotazů a problémů (Function and Issues Log), se vlivem nově zařazených dotazů, všichni žadatelé, nejen v Správa železnic, posunuli o pár kroků zpět.

### Seznam projektů Správy železnic v procesu schválení

- 1 GSM-R Uničov - Šumperk
- 2 ETCS Ústí n. O. – Lichkov
- 3 ETCS+DOZ Votice – České Budějovice
- 4 ETCS Mosty u Jablunkova – Dětmárovice
- 5 ETCS Praha Uhříněves – Praha hl.n.
- 6 ETCS Milovice - Praha
- 7 ETCS Brno Horní Heršpice – Zastávka u Brna
- 8 ETCS státní hranice Německo - Dolní Žleb - Kralupy n Vlt.
- 9 Implementace ETCS Regional Studénka - Bílovec
- 10 ETCS Pardubice (mimo) - Hradec Králové (mimo)
- 11 Modernizace a dostavba ŽST Praha Masarykovo nádraží

### ZÁVĚR

Celý proces Trackside Approval je bezpochyby administrativně náročný a zdlouhavý, což přináší výzvy pro všechny zúčastněné strany, včetně Správy železnic. Železniční sektor bezpochyby vnímá potřebu podporovat interoperabilitu evropských železnic a udržovat vysoké standardy bezpečnosti. Je však evidentní, že proces schválení agenturou by mohl být zefektivněn.

V rámci tohoto procesu se objevuje několik problémů, jako je omezená dostupnost lidských zdrojů, absence jasných předloh a vzorových materiálů pro žadatele, vysoká úroveň detailů, které agentura zkoumá a opakující se dotazy. Navíc některé potřebné

dokumenty pro schválení nejsou k dispozici před zahájením výběru dodavatele, ale až v době, kdy je projekt dokončován. Významným aspektem jsou také administrativní náročnost a finanční náklady procesu.

Je v zájmu všech zúčastněných stran, včetně agentury, aby schvalovací proces byl optimalizován a přizpůsoben reálným potřebám správců systému ETRMS. To může zahrnovat snížení úrovně detailů, které se zkoumají (alespoň v některých částech) a vypracování jasných směrnic pro žadatele. Agentura by měla plnit svou roli leadera a aktivně spolupracovat s žadatelem, aby proces Trackage Approval byl co nejefektivnější.

Konkrétní návrhy na zlepšení procesu jsou pravidelně diskutovány v rámci pracovní skupiny, která vznikla zhruba před rokem pod taktovkou ETRMS Users Group (EUG), jejíž je Správa železnic aktivním členem. Výstupy a požadavky jsou komunikovány vůči ERA prostřednictvím EUG. V pracovní skupině nyní vzniká analýza jednotlivých bodů Trackage Approval, na jejímž základě, budou navrženy možné způsoby optimalizace.

Celkově je třeba najít rovnováhu mezi zajištěním interoperability a minimalizací byrokracie a zbytečných nákladů. Trackage Approval může být důležitým nástrojem pro dosažení těchto cílů, pokud bude správně upraven a optimalizován.

#### LITERATURA

- [1] Evropská unie. eur-lex.europa.eu. [Online] 26. 10 2023.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0797>.
- [2] DAME, Laurent. Application guide for the ERTMS trackage approval. [Online] 10. 11 2022.  
<https://www.era.europa.eu/system/files/2022-11/Application%20guide%20for%20ERTMS%20trackage%20approval.pdf>.
- [3] ERTMS Trackage Approval Workshop. Bueno, Maria. Valenciennes : s.n., 2023.

## **PRAKTICKÉ APLIKACE ATO OVER ETCS**

**Dr. Ing. Aleš Lieskovský**  
**AŽD Praha s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

I když se článek nazývá „Praktické aplikace ATO over ETCS“, nebude zaměřen přímo na výsledky evropského projektu ATO over ETCS (dnes nazývaného ERTMS/ATO), ale na obecnou spolupráci automatizačního zařízení, konkrétně AVV, se systémem ETCS v České republice.

### **2. AVV, ATO OVER ETCS, AVV OVER ETCS**

Pojďme si tedy nejprve ujasnit, co se pod jednotlivými zkratkami skrývá.

**AVV** je český národní automatizační systém pro řízení kolejových vozidel pod dohledem strojvedoucího, dle klasifikace UITP (International Association of Public Transport) se jedná o úroveň automatizace GoA2, tedy automatická jízda pod dohledem strojvedoucího. Skládá se z mobilní (palubní) části, v jejíž paměti jsou uloženy datové soubory popisující pojížděné tratě i jízdní řády obsluhovaných vlaků, a z traťové části, tvořené jednoduchými magnetickými informačními body (MIBy), příp. nahrazenými GPS lokalizací. Systém AVV může spolupracovat se zabezpečovačem typu LS, ale může být provozován i na tratích bez zabezpečovače.

**ATO over ETCS**, resp. dnes tedy **ERTMS/ATO**, je automatizační systém pro řízení jízdy kolejových vozidel vytvořený v rámci evropských programů UNISIG TEN-T a Shift2Rail. V rámci těchto projektů ale nebylo vytvářeno vlastní jádro systému ATO (to je vyvíjeno každým jednotlivým výrobcem), ale byly vytvořeny specifikace systému a definována rozhraní k traťové části systému, jakož i k dalším subsystémům vozidla (k ETCS, k pohonu, brzdám a dalším technologiím vozidla, k záznamovému zařízení atd.). Zásadní rozdíly oproti našemu AVV jsou v podstatě tři:

- systém ERTMS/ATO lze používat jen a pouze v režimu plného dohledu ETCS,
- veškerá data, jak o trati, tak jízdní řád daného vlaku, jsou na vozidlo přenášena on-line z traťové centrály pomocí rádia,
- a tato traťová centrála je tedy nutnou součástí celého systému ERTMS/ATO.

**AVV over ETCS** je český mezistupeň mezi současným AVV a výhledovým ERTMS/ATO, a reflektuje stav, že v ČR je (na rozdíl od zbytku Evropy) používání automatizačního systému (konkrétně AVV) velmi rozšířené a jeho praktické zneprovoznění (byť dočasné... na několik let, do vybudování traťových centrál) při jízdě pod dohledem ETCS by se u strojvedoucích s kladnou odezvou rozhodně nesetkalo.

### **3. AVV OVER ETCS PODRUHÉ**

Proč je současné AVV prakticky neprovozovatelné, pokud bude vozidlo provozováno pod ETCS?

Na rozdíl od zabezpečovače LS, který nijak nehlídá skutečnou rychlost vozidla a pokud strojvedoucí mačká tlačítko bdělosti, projede s vlakem klidně až do nádražní hospody za zarážedlem kusé koleje, se ETCS o rychlost vlaku zajímá velice intenzivně.

Při jízdě na trati bez zabezpečovače se tedy AVV řídí údaji rychlostníků a návěstními znaky zadanými strojvedoucímu ručně (pomocí klávesnice) a není nikdo, kdo by mu do řízení nějak zasahoval (samozřejmě s výjimkou strojvedoucího, který může rychlost vlaku snížit pod hodnotu požadovanou systémem AVV).

Při jízdě na trati vybavené kódováním zabezpečovače LS si od něj AVV přebírá návěstní kód (případně upřesněný strojvedoucím) a podle něj pak upravuje chování před návěstidlem. Ovšem průběh brzdění je opět záležitostí pouze AVV a opět nehrozí kolize s „názory“ jiného systému.

Jakmile je ovšem v činnosti ETCS, je průběh rychlosti vlaku, a to jak statický - nepřekročení traťové či návěstěné rychlosti, tak hlavně dynamický - průběh rychlosti (brzdná křivka) před místem snížení rychlosti - trvale kontrolován ETCS, které má navíc i „pravomoc“ vlak zabrzdit, pokud rychlost v daném okamžiku překročí jím určený limit.

Pokud bychom tedy provozovali AVV bez spojení s ETCS, umělo by AVV pouze hlídat traťovou rychlost a brzdit do zastávek, avšak jakékoliv brzdění dohlídané ETCS (a hlavně pak brzdění k návěsti Stůj) by s pravděpodobností hraničící s jistotou skončilo zásahem ETCS, protože brzdné křivky ETCS jsou velmi pesimistické a navíc závislé na mnoha proměnlivých parametrech, které do AVV nelze dopředu staticky zadat. Takové AVV je pak pro strojvedoucího prakticky nepoužitelné a mohlo by být využíváno jen na tratích bez ETCS.

Proto bylo již během Pilotního projektu ETCS v ČR (rok 2006... o ERTMS/ATO se v té době ještě nediskutovalo ani na tajných schůzkách anarchistických kroužků) stanoveno, že pro plnohodnotnou činnost AVV pod ETCS je nutná datová komunikace mezi ETCS a AVV, takováto komunikace byla (již tenkrát) navržena a zrealizována a bylo ověřeno, že jen v tomto případě je možná plnohodnotná činnost AVV i pod ETCS. I když byl tehdejší projekt propojení ETCS a AVV z dnešního pohledu poměrně jednoduchý co se týče přenášených dat, byl zásadní z pohledu prokázání, že takováto komunikace je nezbytná a zároveň realizovatelná.

Na lokomotivě 362.166 (a následně na 471/971.042) bylo tedy instalováno světově úúúúplně první „ATO over ETCS“ (byť ještě ne v parametrech současného ERTMS/ATO).

#### **4. AVV OVER ETCS POTŘETÍ**

Když máme v chalupě orchestrion a na vozidle AVV over ETCS... tak by nám samozřejmě vadilo, že do vozidla prší ☺, ale jinak jsou v provozu už jen samá pozitiva a sociální jistoty, což ale neplatí pro instalaci systému.

AVV over ETCS vyžaduje datové propojení s ETCS, což je asi největší problém této instalace. Sice existuje definice rozhraní mezi ETCS a ATO (ERTMS Subset 130 a 143), ale většina výrobců takovéto rozhraní ve svých dodávkách zatím nenabízí (čest nejmenované výjimce ze Španělska) s odkazem na problémy se schvalováním takto upraveného ETCS. Proto bylo při upgradu klasického AVV na AVV over ETCS nutno se přizpůsobit tomu, co je výrobce ETCS ochoten dodat (a musíme podotknout, že to bylo opravdu veliké přizpůsobování). Navíc každý výrobce nabízí rozhraní řešené podle svých zvyklostí, takže přenositelnost řešení mezi řadami vozidel vybavenými ETCS od různých výrobců je mizivá.

V současnosti jsou tedy připravena (a postupně instalována a uváděna do provozu) tři zcela rozdílná řešení rozhraní mezi ETCS a AVV, která budou popsána dále.

Další úpravy se týkají samotného AVV, které je při této modernizaci zároveň připravováno na budoucí upgrade na plnohodnotné ERTMS/ATO (příprava na připojení modemu pro komunikaci s traťovou částí ERTMS/ATO). Kromě doplnění komunikace s ETCS a následného zpracování přijatých dat se upravuje i vzhled displeje strojvedoucího (jiný popis stupnic a stop brzdných křivek, nezobrazuje se symbol návěstidla atd.) a např. je nutné i potlačit zobrazení skutečné rychlosti na vozidlovém displeji, pokud je tato rychlost zároveň zobrazována na DMI ETCS (ale rychlost se zobrazit naopak musí, pokud je ETCS vypnuté či v poruše).

Při upgradu na AVV over ETCS zůstává nezměněn způsob uložení provozních dat, tzn. AVV over ETCS i klasické AVV používají stejné soubory traťových map a jízdních řádů.

V traťových mapách jsou namísto MIBů uváděny polohy a kódy balíz ETCS, přičemž mapa musí být po úsecích homogenní (tzn. určitá část tratě je popsána jen jedním typem

lokalizátorů, buď MIBy nebo balízkami, ale na úsek popsáný jedním typem může bezprostředně navazovat úsek popsáný druhým typem lokalizátoru). Zároveň je možné, že jeden a tentýž úsek tratě je v mapě určené pro vozidla s AVV over ETCS popsán již balízkami, zatímco pro vozidla (zatím) bez ETCS je vygenerována jiná mapa, obsahující polohy a kódy MIBů. Pokud jsou v mapě na vozidle s AVV over ETCS v určitém úseku uvedené balízkami a pokud by tímto úsekem jelo toto vozidlo s vypnutým ETCS, tak bohužel v tomto úseku není možné využívat režim AVV, protože vypnuté ETCS nedává informaci o přejeté balízkě.

Pro úplnost (a zároveň jako přípravu pro správné pochopení závěrečné části příspěvku) ještě dodejme, že zatímco „klasické“ AVV se pomocí balízk lokalizovat v žádném případě nemůže (nemá je jak přečíst), AVV over ETCS se lokalizovat pomocí MIBů může, pokud jsou MIBy obsaženy v mapě trati (a to i v případě, že na trati jsou instalovány kromě MIBů i balízk).

Na tratích bez ETCS zůstává možnost provozovat systém AVV v „klasickém“ režimu, tj. s lokalizací podle informačních bodů či GPS a čtením kódů návěstního opakováče - tyto periferie se z vozidel nedemontují.

## 5. AVV OVER ETCS V PRAXI

Dostáváme se k jednotlivým instalacím AVV over ETCS na vozidla Českých drah.

### 5.1 AVV over ETCS ALSTOM

Jako první vozidlo, na kterém byl systém AVV upgradován na AVV over ETCS (v dnešním významu tohoto označení), byla lokomotiva 362.165, shodou okolností stroj vyrobený bezprostředně před lokomotivou 362.166, na které byla spolupráce AVV a ETCS ověřována během pilotního projektu ETCS v letech 2006 - 2008. Tato řada vozidel (a sesterská řada 162WTB) je vybavena ETCS od firmy Alstom, které nedisponuje standardizovaným rozhraním k ATO. Po dlouhých jednáních s výrobcem ETCS bylo dosaženo shody na řešení založeném na odposlechu existujícího a schváleného rozhraní k německému systému AFB, které však neposkytuje ani zdaleka tolik údajů (a v takové kvalitě), jako rozhraní dle Subsetu 130. AVV je z bezpečnostních důvodů připojeno přes jednosměrný hardwarový oddělovač na vnitřní datovou CAN komunikaci ETCS a byly nám „odtajněny“ struktury telegramů, pozice zájmových proměnných pro využití v AVV a formáty dat. Dost podstatnou nevýhodou je fakt, že komunikace není periodická, ale vyslání daného paketu je spuštěno změnou jeho obsahu, což uvnitř ETCS nevádí (pokud příjemce nezachytí paket správně, vyžádá si jeho opakování), ale AVV tuto možnost kvůli jednosměrnému oddělovači bohužel nemá. Nakonec se i tento nedostatek podařilo celkem úspěšně eliminovat a AVV over ETCS je na těchto vozidlech poměrně úspěšně využíváno. Při upgradu zůstaly zachovány periferie pro standardní AVV (snímače inf. bodů, vazba na LVZ typu LS), takže lokomotivu je možné v režimu AVV plnohodnotně provozovat i na tratích bez ETCS.

Velice podobné řešení jako na lokomotivách **362/162WTB** je použito i na řídicích vozech ř. **80-30** (961, Sysel) nebo na el. jednotkách ř. **640/650** (Regiopanter) či ř. **660** (Interpanter), jakož i na jednotkách ř. **640.2/650.2** a **530/550** (Moravia) kde se však nejedná o retrofitní instalaci, ale o novostavbu vozidla. Obdobně bylo toto řešení aplikováno i na řídicích vozech ř. **86-72** nově vyrobených netrakčních jednotek Škoda 13Ev (Push-pull MSK).

ETCS firmy Alstom bude použito i na jednotkách ř. **471**, kde ale bylo potřeba zcela změnit komunikaci řídicího systému s AVV (původní AVV bylo integrováno do hardwaru řídicího počítače od firmy Unicontrols, hardwarově upgradovat pouze procesorovou desku již není technicky řešitelné a vyměnit celý řídicí počítač zase není vhodné z ekonomického hlediska). Nakonec bylo nalezeno řešení spočívající v dosazení externí jednotky AVV, která komunikuje s nově vyvinutým převodním modulem zastrčeným do sběrnice vozového počítače namísto původní procesorové desky AVV. Odposlech vnitřní komunikace ETCS je ale stejný jako ve výše zmiňovaných případech.

## 5.2 AVV over ETCS CAF

ETCS od firmy CAF disponuje rozhraním dle ERTMS Subsetu 130 (ve verzi platné při uzavírání první smlouvy, což ale ničemu nevádí - tato konfigurace vydrží až do případné výměny ETCS za nové), včetně komunikace po sběrnici Ethernet. Integrace AVV a ETCS tak byla ze všech případů nejjednodušší a rozhraní poskytuje veškerá potřebná data v žádané kvalitě.

AVV over ETCS CAF je použito na retrofitních instalacích na lokomotivách ř. **750.7** a na motorových vozech ř. **842**, jakož i na novostavbách mot. vozů ř. **847** (PESA RegioFox).

U všech instalací je možnost využívat AVV i v klasickém režimu bez ETCS, tj. s lokalizací pomocí MIBů nebo GPS a s vazbou na zabezpečovač typu LS, resp. Mirel.

## 5.3 Režim CB-E aneb AVV over ETCS Siemens

Lokomotivy ř. **363.5** ČD Cargo jsou vybavovány ETCS od firmy Siemens. Na těchto lokomotivách sice bylo při jejich přeměně z ř. 163 (rok 2010 - 2013) instalováno AVV, ale v praxi nebylo využíváno. Majitel vozidel původně zamýšlel hardware AVV při instalaci ETCS zcela odstranit, nakonec ale došlo k dohodě, že AVV na lokomotivách zůstane, ale bude funkčně přizpůsobeno potřebám nákladního dopravce (který např. přesně podle jízdního řádu jezdí spíše výjimečně).

Po dohodě s ČD Cargo je tedy stávající AVV upraveno tak, že může fungovat pouze v režimu plného dohledu ETCS, které mu poskytuje veškerá dostupná provozní data. AVV samo totiž již žádná vlastní data (mapy tratí, jízdní řády) nemá, nemůže tedy být provozováno bez datové podpory ETCS, a tudíž nemůže být provozováno na trati bez ETCS. Z toho též dále plyne, že AVV nebude umožňovat režim regulace jízdní doby (optimalizaci jízdy), jehož využití je ale v nákladní dopravě (v jejím současném pojetí v ČR) silně problematické. Periferie pro standardní činnost AVV (snímače inf. bodů) budou demontovány a vazba na národní zabezpečovač zrušena. Z klasického AVV, které bylo schopno brzdit ke 4 cílům zároveň a ještě optimalizovat průběh jízdy s ohledem na minimalizaci spotřeby, se tedy stal „pouhý“ regulátor cílového brzdění k jednomu cíli, což bylo nakonec zohledněno i v názvu režimu „CB-E“ - cílové brzdění k cíli ETCS.

Při technickém řešení komunikace s ETCS firmy Siemens jsme opět byli nuceni se přizpůsobit dostupnému řešení - využít rozhraní pro systém AFB, které je však zcela jiné než u ETCS Alstom, a to jak z pohledu datového (zcela jiné struktury paketů), tak fyzického (ETCS Siemens komunikuje po sběrnici MVB).

Základním problémem provedení rozhraní dle firmy Siemens v případné aplikaci pro osobní dopravu ale je, že na tomto rozhraní není dostupná informace o přečtené balíže. ETCS v tomto případě tedy neposkytuje informaci o tom, kde na síti se vlak nachází. V nákladní dopravě se s tím ještě dá pracovat, nákladnímu AVV stačí znát vzdálenost k cíli ETCS (plus informace o sklonu před vlakem, která na rozhraní dostupná je) a nepotřebuje znát přesnou polohu na síti.

V osobní dopravě je ale přesná lokalizace (a to absolutní) nutná je, protože AVV brzdí i k místům, o kterých ETCS neví (zastávky). Navíc je absolutní lokalizace nutná i pro práci s jízdním řádem (výběr nejbližšího místa zastavení, výpis jeho jména atd.) a optimalizaci jízdy (přiřazení času příjezdu konkrétnímu místu na trati; AVV musí znát rychlostní a sklonový profil dál než jen ke konci MA). I kdyby informace o balíže na rozhraní dostupná byla, byl by nepříznivý poměrně dlouhý cyklus sběrnice MVB, který by se tak negativně projevil při určování polohy vlaku na trati. Pokud by se tedy takovéto rozhraní mělo implementovat na vozidlo určené pro vlaky osobní přepravy, s největší pravděpodobností by musela zůstat lokalizace AVV pomocí klasických MIBů, což je řešení značně neperspektivní i vzhledem k úmyslu MIBy z tratí postupně odstraňovat, protože budou nahrazeny lokalizací z ETCS (a tedy balízami).

S velkou pravděpodobností lze ale předpokládat, že pokud by se v budoucnu ještě realizovala nějaká retrofitní instalace ETCS firmy Siemens na vozidlo s AVV (i když všechny



řady vozidel s AVV již ETCS vybavovány jsou), bude toto ETCS již vybaveno standardizovaným rozhraním dle Subsetu 130, a bude tedy možné implementovat všechny funkce AVV, stejně jako tomu je v případě spolupráce AVV s ETCS Alstom či CAF.

## 6. OD AVV OVER ETCS K ERTMS/ATO

Většina zmiňovaných instalací AVV over ETCS je po hardwarové stránce připravena k upgradu na plnohodnotné ERTMS/ATO (vyjma řešení s ETCS Siemens), které ale bude mít smysl až po vybudování infrastrukturní části systému ERTMS/ATO, která obsahuje traťové centrály (ATO TrackSide, ATO TS) s vazbami na systém dispečerského řízení (GTN) a komunikační kanály GSM-R, resp. FRMCS. Dále musí být v provozu management změn popisu infrastruktury, tzn. je nutné zajistit, aby se každá změna stavu infrastruktury (např. změna traťové rychlosti, změna polohy návěstidla či nástupiště) správně a včas dostala do všech databází, ze kterých se sestavují data pro vlaky řízené systémem ERTMS/ATO. Bez splnění těchto podmínek není systém ERTMS/ATO provozovatelný.

Tento přechod však není záležitostí pouze provozovatelů vozidel, ale z velké části i správce infrastruktury. A tímto bych chtěl i požádat příslušné kolegy na Správě železnic, aby nenechali věc usnout.

## 7. JAK DÁL S MIBY?

Na závěr se ještě zamysleme (či po nádražácku „provedme zamyšlení“ 😊) nad osudem magnetických informačních bodů na tratích vybavených ETCS. Zde je potřeba rozlišovat dvě situace: tratě s výhradním provozem ETCS a tratě se smíšeným provozem.

Na tratích s výhradním provozem ETCS je nezbytnou podmínkou připuštění vozidla na tuto trať funkční ETCS. Je-li toto vozidlo zároveň vybaveno AVV, které musí být výhradně ve variantě „over ETCS“, orientuje se primárně podle balíz, a MIBy budou tedy zbytečné (nicméně viz dále).

Na tratích se smíšeným provozem je nutné MIBy zachovat pro vozidla s AVV, ale bez ETCS. Typickým příkladem takovéto tratě je společný úsek dvou tratí mezi stanicí a odbočkou vedlejší tratě, např. Praha-Vysočany - Odb. Skály, kde lze předpokládat provozní model s vlaky Praha - Lysá n. L. - Kolín / Hradec Králové jedoucími pod ETCS a vlaky Praha - Neratovice - Turnov provozovanými (dočasně) bez ETCS, ale s AVV. Traťový úsek bude osazen jak MIBy, tak balízami, vlaky jedoucí pod ETCS budou vybaveny mapou tratě s balízami (ale opět viz dále) a budou se tedy lokalizovat dle balíz, vlaky bez ETCS budou vybaveny mapou tratě s MIBy a budou se lokalizovat podle MIBů. Lze nicméně předpokládat, že tento stav bude jen dočasný a cílový stav bude opět výhradní provoz ETCS na všech tratích.

Velice podobná je i situace ve stanicích typu „přípojná stanice vedlejší trati na hlavní trati s výhradním provozem“. Vozidla s AVV over ETCS, jezdící po hlavní trati, sice MIBy nepotřebují (a potřeby „ale viz dále“), to se ale nedá říci o vozidlech z trati vedlejší. Na kolejích, na které jezdí vlaky z vedlejší trati, by teda MIBy měly zůstat zachovány (pokud tam v současnosti jsou nainstalovány). Vozidlům s AVV over ETCS vadit nebudou (nebudou uvedené v jejich mapě trati), zatímco pro vozidla z vedlejší trati, nevybavená ETCS, jsou MIBy nutné. Nicméně každý takovýto případ je na individuální posouzení včetně úvahy, jestli vozidla z vedlejší trati nejsou schopná lokalizace dle GPS a neobešla by se tedy bez MIBů, popř. pouze s „malými“ MIB-1.

A zde je pak ono napjatě očekávané „dále“: celá situace s přechodem od MIBů k balízám je ale ještě komplikovanější tím, že upravené mapy tratí (s balízami) nevznikají samy od sebe. Vzhledem k poměrně značné délce tratí, které přecházejí či budou přecházet na výhradní provoz (u tratí se smíšeným provozem to není až tak časově kritické), je nutné počítat s tím, že jak samotná úprava map, tak i jejich verifikace a distribuce budou trvat nějakou dobu. Systém AVV over ETCS je schopen se i při jízdě pod ETCS lokalizovat i podle MIBů (i když příslušný hardware je ponechán primárně pro lokalizaci na tratích bez ETCS, je možné jej využívat i na tratích s balízami - závisí na mapě trati, jaký lokalizační

system obsahuje), proto je provozně nezbytné nelikvidovat MIBy ihned po spuštění ETCS, ale prozatím je zachovat (příp. vrátit, pokud byly při rekonstrukci kolejiště sneseny) a jejich definitivní odstranění provést až po nasazení ověřených traťových map obsahujících již balízy (po dohodě s AŽD jakožto tvůrcem map). Shrnutí do jedné věty: i když trať (či stanice) bude provozována ve výhradním režimu ETCS, MIBy tam pro udržení provozovatelnosti AVV musejí zůstat až do doby, než budou vozidla vybavena ověřenou mapou tratě s balízami.

## **8. ÚPLNÝ ZÁVĚR**

Švédský spisovatel August Strindberg experimentálně prokázal, že vyfukováním tabákového kouře do vody zlato nevzniká. Já jsem v tomto příspěvku (aspoň doufám) dokázal, že pouhou instalací ETCS na vozidlo s AVV systém AVV over ETCS či dokonce ERTMS/ATO také nevznikne.

## **MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE** **PŘESHraniČNÍ PROJEKTY A ETCS**

**Mgr. Ing. Radek Čech, Ph.D.**  
**Správa železnic, GR, Odbor mezinárodních vztahů**

### **1. MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE**

Železniční doprava má nezastupitelné místo nejen jako rychlý, moderní a udržitelný způsob dopravy, ale také jako významná socioekonomická, hospodářská a společenská hybná síla daného území.

V zájmu zachování účinnosti železnice a její udržitelnosti, ale také rozvoje je nutná spolupráce na mezinárodní úrovni. Železniční doprava je segmentem s vysokou mírou regulace právem EU a současně i potřebou technické harmonizace. V důsledku transformačního procesu, jenž je realizován na úrovni EU s cílem vytvořit jednotný evropský železniční prostor, se Správa železnic aktivně účastní celé řady dalších iniciativ, programů a projektů EU, spolupracuje s partnerskými manažery infrastruktury, platformami při EU a mezinárodními organizacemi.

#### **1.1 ETCS – prioritá Správy železnic**

Jednou z takových organizací je i **ERTMS Users Group (EUG)**. Správa železnic je členem platformy pro manažery infrastruktury, kteří si vyměňují zkušenosti, technické a provozní znalosti a know-how v oblasti obchodních dopadů zavádění, provozování a vývoje ERTMS. EUG úzce spolupracuje s Agenturou Evropské unie pro železnice (ERA), mezinárodním sdružením železničního průmyslu pro zabezpečovací zařízení, sdružením poskytovatelů železničních telekomunikačních systémů a nezávislými laboratořemi, které se podílejí na testování zařízení ERTMS. EUG poskytuje poradenství a sdílí své znalosti a zkušenosti, aby podpořila své členy s cílem implementovat bezpečný, spolehlivý a interoperabilní systém s přiměřenými náklady. Všechny otázky, které vzejdou z řad členů, projednávají odborníci ve specializovaných pracovních skupinách. EUG umožňuje vzdělávání expertů svých členů formou stáží a dalších školení. Členové společně rozhodují o preferovaných řešeních pro budoucí interoperabilní síť, ta jsou projednávána s ERA i se sdruženími železničního průmyslu. EUG tak hraje významnou roli při vývoji systému ERTMS. Řada projektů je podporována Evropskou komisí (EK) a železničním sektorem, mnoho z nich je spolufinancovaných EU.

Velmi důležitým bodem je i členství Správy železnic v **konsorciu pro standardizaci rozhraní mezi komponentami ETCS (EULYNX)**. EULYNX sdružuje významné evropské manažery infrastruktury, kteří spolupracují na vývoji standardů pro rozhraní mezi jednotlivými prvky zabezpečovací techniky, zejména v rámci ETCS. Smyslem standardizace rozhraní je zajištění kompatibility mezi různými dodavateli jednotlivých komponent, což je při efektivním zavádění systému ETCS klíčové. Smyslem členství v konsorciu EULYNX je možnost ovlivnit vývoj standardů rozhraní s ohledem na specifika členských států, tyto standardy testovat, vytvářet prototypy a podílet se na rozhodování o implementaci jednotlivých standardů. Také v tomto případě se jedná o strategický krok z hlediska plnění závazků Správy železnic směrem k evropské interoperabilitě, přičemž přínosy členství v EULYNX, stejně jako v EUG, přinesou Správě železnic značné úspory při implementaci ERTMS.

Význam aktivního členství bude dále umocněn v kontextu dalších aktivit EK v oblasti železniční interoperability v podobě předpokládaného zahrnutí standardů připravovaných EULYNX do TSI a to přibližně od roku 2027.

## 2. OPTIMALIZACE A ZEFEKTIVNĚNÍ ŽELEZNICE

Zvyšování přepravní výkonnosti stávající železniční sítě v celoevropském měřítku naráží na problémy s kapacitou železniční infrastruktury a absencí interoperability mezi jednotlivými státy. Dosáhnout zefektivnění železničního provozu lze:

- optimalizací stávajících spojení a jejich návazností včetně návaznosti jednotlivých dopravních módů (sítě TEN-T, RFC, EuroLink),
- harmonizací v oblasti technické, administrativní a procesní (standardizace – projekt přepracování procesu pro chytré přidělování kapacity a tvorbu jízdního řádu – tzv. Timetabling and Capacity Redesign for Smart Capacity Management, interoperabilita a bezpečnost – TSI a CSM),
- modernizací prvků a technologií řízení sítě umožňujících zvýšení přepravních výkonů (ERTMS, digitalizace, prediktivní údržba),
- výstavbou propojené výkonné sítě vysokorychlostních tratí (VRT) podle nejnovějších technických a bezpečnostních standardů,
- důslednou aplikací výsledků vědy a výzkumu, např. výsledků projektů Evropského železničního společného podniku (tzv. Europe's Rail Joint Undertaking) – nástupce společného podniku Shift2Rail (vysoce kapacitní soupravy, zvýšení dostupnosti a spolehlivosti infrastruktury).

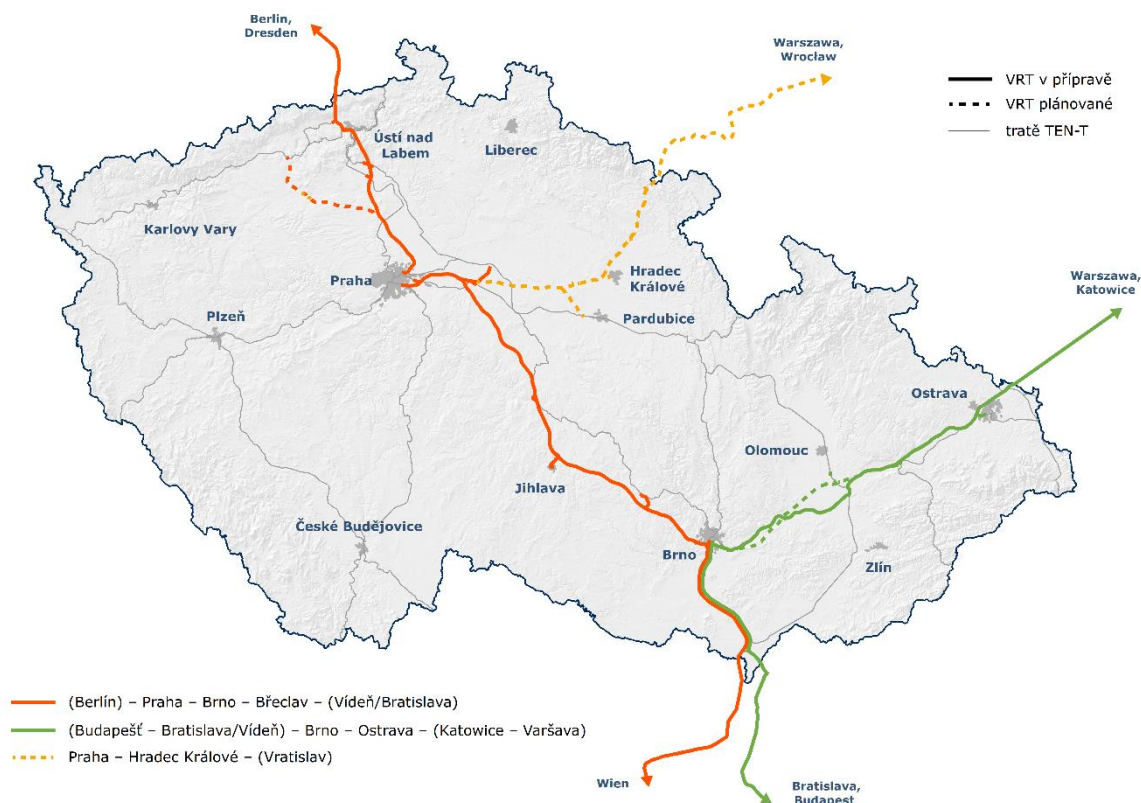
Podobně je tomu i v Česku, kde od 90. let 20. století byla upřednostněna modernizace tzv. tranzitních železničních koridorů. Modernizace existujících tratí přinesla očekávané zvýšení kapacity, nicméně se také ukázalo, že tato zlepšení infrastruktury akcelerovala další výrazný růst přepravní poptávky. Přetížená páteřní síť Česka, kde z historických, demografických i fyzicko-geografických důvodů existují významná technická omezení pro další zvyšování parametrů tratí, tomuto nárůstu již nestačí a je třeba pokročit k výstavbě nových tratí VRT, které budou svými parametry odpovídat současné i budoucí roli železniční dopravy jako efektivní a environmentálně udržitelnému módu dopravní mobility. Toto řešení je pro Česko klíčové zejména z hlediska mezinárodní integrace, protože nabídne atraktivní jízdní doby mezi hlavními mezinárodními uzly v Česku, Německu, Rakousku, Polsku a Slovensku, a výraznělepší propojenost regionu, která by jinak nebyla dosažitelná. Segregace dálkové osobní dopravy zároveň odlehčí konvenční síť v úzkých hrdlech a uvolní její kapacitu i pro mezinárodní nákladní dopravu. Provoz na nových VRT se však neobejde bez ETCS.

## 3. ČESKÉ VRT – PÁTEŘ EVROPSKÉ INTEROPERABILNÍ ŽELEZNIČNÍ SÍTĚ STŘEDNÍ EVROPY

Nejen díky všeobecné politické podpoře EU i sousedních států Správa železnic za poslední roky významně pokročila v projektové přípravě české sítě VRT. K udržení nastaveného tempa je dále velmi důležité prohlubování mezinárodního významu tohoto klíčového hospodářského projektu. Podle aktuálního programového období Nástroje pro propojení Evropy (CEF) se předpokládá výhradní spolufinancování projektů hlavní sítě TEN-T, proto je v národním zájmu, aby všechny navržené relace VRT v Česku byly zahrnuty do hlavní sítě TEN-T. Proces revize politiky TEN-T proběhl naposledy v letech 2009 až 2013 a výsledkem je Nařízení (EU) č. 1315/2013. V rámci probíhajícího procesu revize tohoto Nařízení Správa železnic a Česko aktivně usilují o zařazení celého plánovaného systému VRT na území Česka do hlavní sítě TEN-T, společným úspěchem je návrh revize tohoto Nařízení představený EK, který většinu českých VRT klasifikuje jako součást hlavní, resp. rozšířené hlavní dopravní sítě.

Z mezinárodního pohledu je Česko na křižovatce dvou základních os, které z hlediska předpokládaných přepravních objemů mají i nejvyšší potenciál (Obr. 1):

- západ – východ, (Berlín) – Praha – Brno – Břeclav – (Vídeň/Bratislava – Budapešť),
- jih – sever, (Budapešť – Bratislava/Vídeň) – Brno – Ostrava – (Katovice – Varšava/Krakov).



Obr. 1 - Hlavní ramena VRT v Česku a jejich mezinárodní přesah.

Mezi zvláště důležité projekty s výhradním provozem ETCS řadíme mezistátní úseky VRT do okolních států. Implementace ETCS přinese kompatibilní systém a vyspělou technologii v rámci zabezpečení a naplní tak cíle EU o interoperabilitě. Těmito přeshraničními projekty jsou:

- Krušnohorský tunel na spojení Drážďany – Praha
- Hradec Králové – Vratislav
- Ostrava – Katowice

### 3.1 Krušnohorský tunel na spojení Drážďany – Praha

Krušnohorský tunel je významným projektem na spojení metropolí Berlín – Praha – Vídeň/Bratislava – Budapešť označovaný jako Via Vindobona. V rámci programu Rychlých spojení (RS) je součástí ramene RS4.

Technicky se jedná o velmi náročný úsek až 31 km dlouhého přeshraničního tunelu určeného pro smíšený provoz. Jehož příprava probíhá jak na mezistátní, tak odborné technické úrovni. Specifikem přeshraniční stavby je nezbytnost harmonizace postupů projektové přípravy, technického řešení i základních parametrů přístupu k zajištění výstavby a budoucího provozování stavby mezi Správou železnic a DB Netz. Tato témata

jsou předmětem připravované mezistátní smlouvy mezi Českou republikou a Spolkovou republikou Německo, která bude zároveň právním základem pro povolování a společnou realizaci stavby. Zásadním přínosem tohoto úseku je odstranění úzkého hrdla na spojení Česka se severomořskými přístavy v podobě trati Labským údolím. Projekt tak přispěje k uspokojení přepravní poptávky segmentu osobní i nákladní dopravy v relaci (Berlín) – Drážďany – Ústí nad Labem – Praha a významně zkrátí jízdní doby jak v této relaci, tak i ve spojení do zbytku regionu severozápadních Čech, který je jedním ze strukturálně nejpostiženějších v Česku. Nezanedbatelným faktorem je také odlehčení environmentální zátěže Labského údolí, jelikož dojde k přesunu většiny tranzitní osobní i nákladní dopravy do Krušnohorského tunelu. V závislosti na kategorii vlaku se tak jízdní doba mezi Drážďany a Ústím nad Labem zkrátí z dnešních cca 70 min na méně než 30 min. Díky navazujícím vnitrostátním úsekům pak bude jízdní doba do Prahy do 1 hodiny. V cílové podobě infrastruktury pak spojení Berlína a Vídně přes Prahu zvládne nejrychlejší vlak za 4 h (a uspoří tak více než polovinu stávající cestovní doby). Návrhová rychlost v Krušnohorském tunelu je 200 km/h. Jak v tunelu, tak v navazujících traťových úsecích nových i modernizovaných tratích mezi Drážďany a Prahou bude od zahájení provozu zaveden výhradní provoz ETCS.

Studie proveditelnosti (SP) pro úsek VRT z Prahy do Ústí nad Labem, resp. Drážďan byla v roce 2020 schválena Centrální komisí MD ČR a tímto krokem vstoupila příprava do fáze zpracování dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR) a posouzení vlivu stavby na životní prostředí (EIA), které se aktuálně zpracovávají. Již od roku 2019 je tento projekt připravován společně Správou železnic a DB Netz.

### **3.2 VRT Ostrava – Katovice**

Mezistátní projekt VRT Ostrava – Katovice je součástí důležité spojnice Budapešť – Bratislava/Vídeň – Brno – Ostrava – Katovice/Varšava – Krakov a dle Programu RS je součástí ramene RS1. Nová trať bude nedílnou součástí severo-j jižního koridoru (Balt – Jadran) a propojením českých VRT s projektem Rail Baltica.

Přestože trasa VRT od Vídně/Bratislavy do Ostravy je koncipována výhradně pro osobní dopravu, přeshraniční úsek Ostrava – Katovice je navržen pro smíšený provoz. Cílová jízdní doba Brno – Katovice by tak mohla být v horizontu 2 hodiny a spojení Vídně a Varšavy do 4 hodin. Vnitrostátně pak tato VRT zajistí rychlou dopravu z Brna do Ostravy, Olomouce a Zlína v jízdní době do 60 min. V úseku Brno – Přerov je kromě modernizace konvenční tratě plánována i VRT, která výrazně zvýší kapacitu železniční sítě v této oblasti. Návrhová rychlost VRT v úseku Břeclav státní hranice – Ostrava je navržena až na 320 km/h a v přeshraničním úseku na 250 km/h. V celém úseku včetně přeshraniční části bude od zahájení provozu zaveden výhradní provoz ETCS.

Pro spojení Ostrava – Katovice byla dokončena SP zpracovávaná polskou stranou – Centralny Port Komunikacyjny (CPK) ve spolupráci se Správou železnic a v současné době probíhá příprava mezistátní smlouvy o společné přípravě a realizaci úseku Ostrava – Katovice.

### **3.3 VRT (Praha) – Hradec Králové – Vratislav**

Mezistátní projekt VRT Hradec Králové – Vratislav je součástí spojnice Praha – Hradec Králové – Vratislav – Varšava, který v Programu RS odpovídá rameni RS5. Mezinárodně představuje hlavní směr do Polska, který v cílovém stavu zajistí jednoznačně nejrychlejší spojení mezi Prahou, Varšavou a oblíbenými destinacemi na pobřeží Baltu.

Z pohledu infrastruktury se tento směr skládá z několika dílčích úseků, které mohou být realizovány v různém čase a postupně vylepšovat spojení na této ose.

Přestože trasa VRT z Prahy do Hradce Králové je koncipována jen pro osobní dopravu, tak za Hradcem Králové včetně přeshraničního úseku se počítá se smíšeným provozem. Dosažitelná jízdní doba do Vratislavi jsou 2 h a do Varšavy necelé 4 hodiny. Návrhová rychlost úseku Hradec Králové – státní hranice CZ/PL je navržena na 200 km/h. V celém úseku bude od zahájení provozu zaveden výhradní provoz ETCS.

V současné době probíhá finalizace národních SP zpracovávaných ve vzájemné koordinaci Správou železnic a CPK, které přinese přesné parametry a konfiguraci nové železniční trati. I pro toto přeshraniční spojení bude nezbytné připravit mezistátní smlouvu, zakotvující pravidla další projektové přípravy a budoucí realizace nové přeshraniční trati.

#### LITERATURA:

- [1] Asociace pro rozvoj infrastruktury: **Budoucí trendy na železnici do roku 2050 a dál** – Rámec pro strategické plánování železniční infrastruktury v České republice, Praha 2021
- [2] Asociace pro rozvoj infrastruktury: **Vize železnice po roce 2050** – náměty na řešení koncepčních otázek rozvoje železniční sítě po roce 2050, Praha 2021
- [3] Ministerstvo dopravy: **Program rozvoje Rychlých spojení v České republice**, Praha 2018
- [4] Ministerstvo dopravy: **By Train Into The Future** – What High-Speed Rail Will Bring To The Czech Republic, Praha 2023
- [5] Svoboda, J., Jiroušek, O., Plášek, O: **Czech High-Speed Rail For a Sustainability Connected Europe**, Praha, 2021

## **DIGITÁLNÍ DVOJČE V ČINNOSTECH AŽD**

**Ing. Lubomír Macháček**  
**AŽD Praha s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

Dříve, než dojde k instalaci a ožívování staničního zabezpečovacího zařízení typu ESA v konkrétní stanici, je vytvořený software (aplikační i systémový) v několika úrovních důkladně přezkoušen na zkušební sestavě SZZ a to z nezanedbatelné části automaticky. Pouze v případech, v nichž technické prostředky nebo principy automatické provedení testu neumožňují, nebo je automatické testování neefektivní, je testování provedeno manuálně.

#### **1.1 Zkušební sestava SZZ**

Zkušební sestava je složena ze dvou technologických počítačů (TPC), z jednoho zadávacího počítače (ZPC) a jednoho počítače simulátoru (Simlin). Dvojice TPC a ZPC jsou provozovány s identickým HW, operačními systémy, aplikačním SW a diverzifikovaným systémovým SW jako v reálné stanici. Simlin nahrazuje prováděcí úroveň a venkovní prvky. Je připojen prostřednictvím protokolu PENET+, stejně jako jsou připojeny reálné panely EIP (elektronik interface panel). Dále je Simlin připojen do komunikace Z-LAN pro odezírání potřebných informací pro průběh či vyhodnocení testů a zadávání povelů. Simlin obsahuje knihovny věrně simulující chování všech se SZZ typu ESA provozovatelných venkovních prvků např. kolejových obvodů, počítačů náprav, návěstidel, přestavníků, přejezdů, pomocných stavědel, elektromagnetických zámků a traťových zabezpečovacích zařízení včetně časových parametrů.

Jedná se tedy o „digitální dvojče“, tj. kopii reálného bezpečného jádra a z velké části i zadávací úrovně SZZ typu ESA, která je doplněna o simulovanou prováděcí úroveň a věrné/reálné chování vnějšího prostředí (tj. chování venkovních prvků). Ještě věrnější kopií je tzv. polygon (reálný HW, OS i SW ZPC, TPC obou větví a prováděcí úrovně, kdy pouze venkovní prvky jsou nahrazeny maketami), na kterém je prozatím manuálně prováděna jedna z úrovní testování systémového SW. I na této úrovni probíhají intenzivní práce na možnosti využití automatizace testování.

Pomocí zkušební sestavy SZZ lze přezkoušet chování konkrétní SW verze TPC a ZPC s aplikačním SW pro danou stanici. Lze přezkoušet jak chování při kladných odezvách prováděcí úrovně, tak lze přezkoušet i chování při simulaci poruchových stavů v prováděcí úrovni nebo u venkovních prvků. Poruchy lze nastavovat jak v průběhu vlastního přezkoušení, tak si lze poruchy nastavit před zahájením přezkoušení. Pomocí Simlin lze simulovat i komunikační výpadky jednotlivých částí prováděcí úrovně, tak výpadky jednotlivých jednotek panelu EIP. Dále lze pomocí Simlin simulovat komunikační chyby a tak ověřovat funkčnost mechanismu zálohy komunikace PENET+. Ke správné vizualizaci všech stavů běhu Simlin je použito několik dohledových stránek, ve který lze listovat. Prostřednictvím těchto stránek má možnost obsluha modifikovat stavy simulace. Dále Simlin umožňuje simulovat chování RBC ETCS a tak lze prostřednictvím Simlin kontrolovat předávaná data z TPC SZZ typu ESA do RBC ETCS.

##### **1.1.1 Použití zkušební sestavy SZZ**

V současné době jsou zkušební sestavy SZZ používány na všech pracovištích projekce Závodu technika a to pro manuální přezkoušení aplikačního SW stanice. Dále jsou tyto sestavy využívány pracovníky divize servis a pracovníky montážních závodů a to také pro provádění manuálního přezkoušení aplikačního SW stanice. V neposlední řadě využívají zkušební sestavy SZZ pracovníci výzkumu a vývoje zabývající se vývojem SZZ typu ESA a vývojem dálkového ovládní typu DOZ-1 a to pro přezkoušení nových verzí systémového SW. V těchto případech může být zkušební sestava provozována i s reálně vybavenou



záložní dvojicí TPC a lze ji případně doplnit o další specifické testovací nástroje např. TSE umožňující dohlížet či modifikovat síťové komunikace v sítích ETMNET všech používaných variant.

Vedle manuálního přezkoušení SW je zkušební sestava od roku 2006 využívána i pro automatické přezkoušení systémového SW SZZ typu ESA. Od tohoto roku jsou vyvíjeny, zdokonalovány a rozšiřovány automatické testy. Ve větší míře se automatické přezkoušení SW SZZ typu ESA začalo využívat v roce 2021 a to pro přezkoušení nového SW pro SZZ typu ESA v ŽST Břeclav a na výhybně Hrušky. Hlavním důvodem bylo zkrátit čas manuálního přezkoušení ve stanici s velkým počtem prvků (jízdních cest, výhybek, návěstidel). Od tohoto roku jsou na základě rozhodnutí vedení Závodu technika všechny SW pro nově aktivované stanice a stanice, ve kterých se mění systémový SW, automaticky přezkoušeny na pracovišti Staniční zabezpečovací techniky a to na „farmě“ zkušebních sestav SZZ. Farma obsahuje cca 30 zkušebních sestav SZZ.

### 1.1.2 Rozsah prováděných automatických testů

Rozsah automatického přezkoušení SW vychází z aktivačního předpisu A 80 430, který je platný pro aktivaci SZZ typu ESA.

Nástroj TestPlug umožňuje na základě aplikačního SW SZZ typu ESA konkrétní stanice generovat předpisy popisující kroky jednotlivých testů a to dle A 80 430. Jedná se o nástroj, který v roce 2021 nahradil dříve vyvinutý a používaný časově značně neefektivní nástroj CLG pro generování automatických testů. K této náhradě došlo na základě zkušeností s generováním testů pro stanici Břeclav.

Dále nástroj TestPlug umožňuje generovat předpisy dle dokumentu Zkoušky nových funkcí SZZ typu ESA a to pro jednotlivé verze systémového SW.

Samostatnou kapitolou jsou ručně vytvořené testy pro přezkoušení v minulosti identifikovaných problematických reálných dopravních situacích.

Automatické testy se používají i pro ověření konkrétních funkčních vlastností v různých konfiguracích. Jedná se o testy, které jsou vytvořeny manuálně pro pracovní aplikační SW stanice. Pojmem pracovní SW stanice je myšlen takový aplikační SW stanice, který byl speciálně vytvořen pro možnost uceleného otestování konkrétní vlastnosti dané verze SW. Konkrétně se jedná např. o aplikační SW vytvořený speciálně pro otestování kompletní tabulky návěstění a výběru kódu LVZ, kdy bez něj bylo nutné ke kompletnímu otestování daných vlastností používat aplikační SW mnoha reálných stanic.



Obr. 1 - Ukázka Farmy zkušebních sestav SZZ

### 1.1.3 Princip automatického přezkoušení SW

Předpis všech kroků daného automatického testu (tj. povelů, podmínek, výpisů, definice správného resp. chybného chování pro vyhodnocování, atd.) pro danou funkcionalitu se nachází v odpovídajícím souboru. Tento soubor může být generován buď automaticky dle předpřipravených vzorů nebo může být vytvořen manuálně. Soubor kroků obsahuje pro každý konkrétní aplikační SW jak posloupnost instrukcí přímo pro Simlin, tak

i související povely vydávané tímto počítačem směrem k SZZ vybavenému odpovídajícím aplikačním SW. Soubor kroků je fyzicky umístěn v Simlin, který podle něj průběh celého testu řídí. Celý průběh testu je včetně dílčích vyhodnocení jednotlivých zkoušek zaznamenáván do souboru s protokolem a je průběžně ukládán v Simlin. Po doběhnutí celého testu dané funkcionality je nutné provést manuální kontrolu souboru s protokolem a archivů z TPC1/3, TPC2/4 i ZPC dle předepsaných instrukcí.

Vygenerované testy lze pro jednotlivé zkušební sestavy SZZ rozdělit a tak přezkoušet současně na více zkušebních sestavách. Dále je možno nahrát do jedné zkušební sestavy více testů. V principu to funguje tak, že když je první test dokončen, je v Simlinu uložen protokol i archivy ze všech PC podílejících se na daném testu, dále proběhne tzv. resetační blok, který systém uvede do základního stavu a pokračuje se dalším z nahraných testů. Díky dohledovému PC dostupnému i z intranetu AŽD, který je prostřednictvím separátní sítě připojen k většině zkušebních sestav SZZ, je možno průběhy testů dohlížet, vzdáleně stahovat výsledné protokoly a archivy z již ukončených testů a navíc i doplňovat dle potřeby jednotlivým zkušebním sestavám SZZ seznam testů o další testy. Prostřednictvím předchozích funkcionalit lze docílit značné časové optimalizace a tím pádem i podstatného zkrácení celého procesu přezkoušení SW (eliminace prostojů mezi testy, případné opakování pouze menších částí testu v případě narušení průběhu testu, atd.).

#### **1.1.4 Legislativa**

Celý princip použití automatického přezkoušení SW SZZ typu ESA byl popsán a posouzen hodnotitelem bezpečnosti a to za účelem možnosti opakovaného použití automatických testů pro zkrácení celkové doby na manuální přezkoušení SZZ typu ESA na Zkušební sestavě SZZ typu ESA.

Jednotlivé výsledky automatického přezkoušení jsou zaznamenávány do podrobných tabulek. Po doběhnutí všech testů je vytvořen protokol z přezkoušení, který je následně předáván autorovi aplikačního SW.

Pokud se při přezkoušení objeví nějaká chyba v aplikačním SW, tak je neprodleně informován autor aplikačního SW s požadavkem na opravu. Podle závažnosti objevené chyby může dojít buď k pokračování testů s opraveným aplikačním SW (s tím, že se znovu přezkouší opravená část), nebo i k opětovnému kompletnímu automatickému přezkoušení opraveného aplikačního SW.

#### **1.1.5 Zkušenosti z automatického přezkoušení SW SZZ typu ESA**

Na základě dosud proběhlých přezkoušení pomocí automatických testů lze konstatovat, že se daří v ojedinělých případech objevovat chyby v aplikačním i systémovém SW a to ještě před zahájením manuálního přezkoušení a před přezkoušením ve vlastní stanici. Pravdou je, že automatickým přezkoušením různých konfigurací došlo i k objevení drobných nepřesností v generování daného testu (zejména s ohledem na variabilitu některých funkcionalit). Generování bylo následně upraveno a ověřeno na více konfiguracích.

## **2. ZÁVĚR**

Výhodou automatického testování je eliminace stálé přítomnosti plně koncentrované fyzické osoby při provádění testu. Další výhodou je, že automatický test lze provádět bez přestávek (a to i mimo pracovní dobu). Přínosem je i výrazné snížení rizika výskytu lidského omylu při provádění testů. V případě využití více zkušebních sestav SZZ typu ESA lze automatické testy mezi ně rozdělit a celkový proces testování dále zefektivnit a tudíž i zkrátit. Díky schopnosti provádět automatické testy na testovací farmě se podařilo průměrně zkrátit dobu potřebnou pro otestování o 2/3 původních dob nezbytných pro manuální provedení všech testů. Na základě dosavadních kladných zkušeností bylo společností AŽD stanoveno, že všechny SW pro nově aktivované stanice a stanice, ve kterých se mění systémový SW, budou automaticky přezkoušeny na testovacím pracovišti Staniční zabezpečovací techniky.

## **PROVOZNÍ ZKUŠENOSTI SE SYSTÉMEM SIRIUS 3.0**

**Ing. Jiří Holinger**  
**STARMON s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

SIRIUS 3.0 je zabezpečovací zařízení, koncipované jako:

„Přejezdové zabezpečovací zařízení s přenosovým systémem, počítačem náprav a LED návěstidly“.

Zařízení SIRIUS 3.0 je založeno na bezpečném jádře v architektuře 2x 2 ze 2, pracujícím v horké záloze. Dále na komunikačních prvcích tvořících dva nezávislé optické kruhy a objektových kontrolérech připojených vždy k oběma optickým kruhům pomocí koncentrátorů dat.

Zabezpečovací zařízení (ZZ) SIRIUS 3.0 může být použito jako:

- Přejezdové zabezpečovací zařízení (PZZ)
- Počítač náprav s datovou nebo reléovou vazbou (PočN)
- Přenosový systém pro navázání různých druhů a typů ZZ s reléovou a/nebo datovou vazbou
- Přenosový systém pro ovládání a dohled LED návěstidel
- Součást více ZZ SIRIUS 3.0 propojených datovou vazbou pro přenos binárních indikací a vazebních počítačích bodů.

### **2. SCHVALOVACÍ PROCES**

Zařízení SIRIUS 3.0 vychází ze zařízení SIRIUS 2.0, které bylo uvedeno do ověřovacího provozu v únoru 2022. Zařízení bylo následně rozšířeno o prvky a algoritmy PZS.

Ověření bez vlivu na bezpečnost provozu probíhalo na síti Správy železnic od června 2023 do srpna. Následně bylo hodnotitelem bezpečnosti a odborem zabezpečovací a telekomunikační techniky Správy železnic schváleno zahájení první etapy ověřovacího provozu (OP) s dodatečnými technickými opatřeními.

Po 14 dnech provozu s dodatečnými technickými opatřeními byl schválen přechod do druhé etapy OP již v plnohodnotné funkci.

V únoru 2023 bylo vydáno hodnocení interoperability počítače náprav, který je součástí SIRIUS 3.0

Jedním z úskalí schvalovacího procesu byla zvolená koncepce, kdy jeden systém obsahuje jak technologii PZZ, tak počítač náprav, LED návěstidla jako část SZZ a přenos informací pro traťové zabezpečovací zařízení. Zejména z pohledu provozovatele se jednalo o první takovou technologii a nebylo mnohdy zřejmé, do čí gesce zařízení spadá.

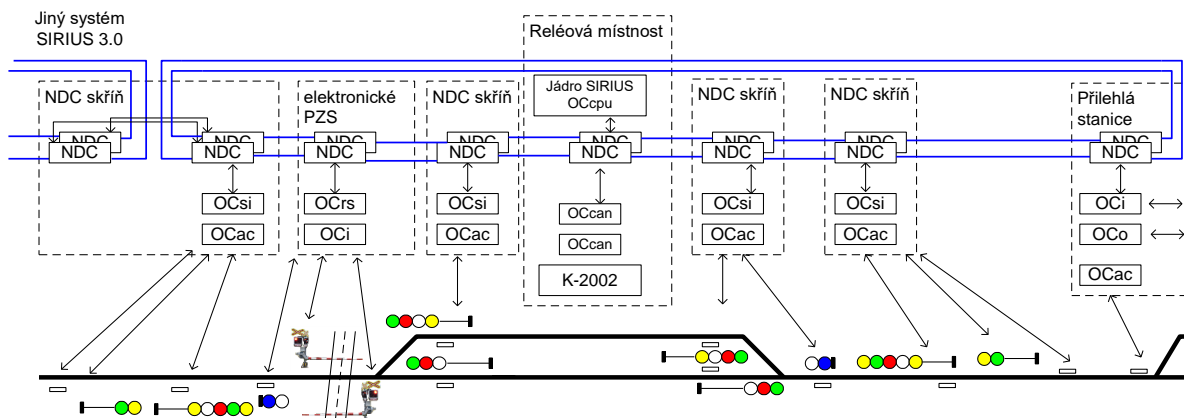
Postupně došlo ke vzájemnému porozumění. Důležitá byla komunikace s budoucím provozovatelem.

Funkční chování PZS bylo přezkoušeno a některé vlastnosti a parametry byly přepracovány podle požadavků Správy železnic.

### 3. STÁVAJÍCÍ INSTALACE SIRIUS 3.0

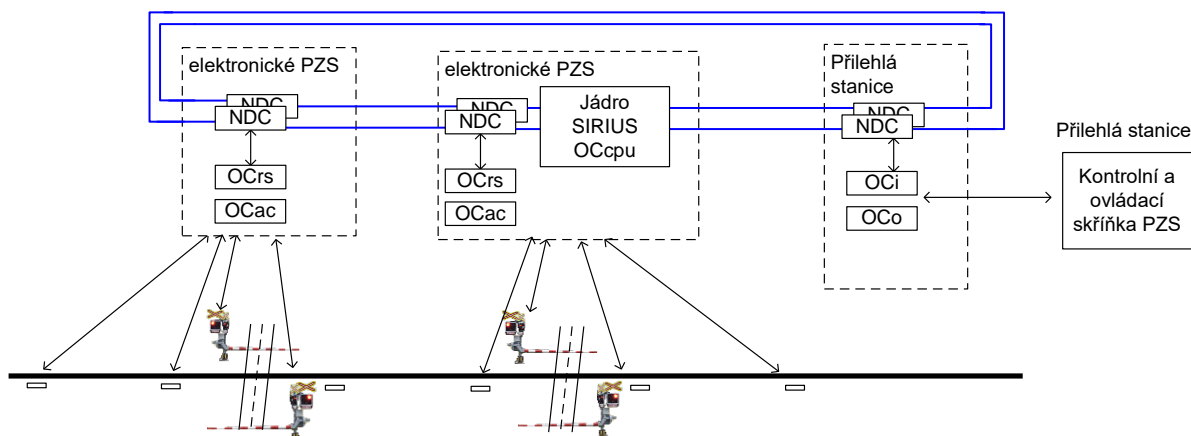
V současné době jsou provozovány dvě základní topologie zařízení SIRIUS 3.0.

V prvním případě se jedná o spolupráci se stavědlem K-2002 – blokové schéma je následujícím obrázkem. Jádru SIRIUS je umístěné ve stanici společně se stavědlem K-2002.



*Blokové schéma instalace SIRIUS 3.0 a K-2002*

Ve druhém případě se jedná o instalaci elektronických přejezdů s přejezdnicí, nebo s indikacemi a ovládáním z kontrolní skříňky. Jádru SIRIUS je umístěné na jednom z přejezdů. Blokové schéma je níže.



*Blokové schéma instalace samostatného SIRIUS 3.0*

V současnosti je v ověřovacím provozu 14 instalací SIRIUS 3.0, které dohromady obsahují 20 PZS. Instalace obsahují více než 600 objektových kontrolérů.

Rozdělení instalací je následující:

- Elektronické PZS kryté LED přejezdnicí (10x)
- Elektronické PZS s přenosem kontrol a ovládání (10x)
- Kontroly PZS na JOP K-2002 (8x)
- Kontroly PZS na kontrolní skříňce (3x)
- Přenosový systém pro stávající reléové PZS (7x)
- LED návěstidla pro SZZ (4x)
- LED návěstidla pro zábleskové světlo samovratného přestavnicku (1x)
- Přenosový systém pro TZZ (5x)
- Integrovaný počítač náprav se snímači Frauscher RSR180 (12 instalací)

#### 4. MOŽNOSTI INSTALACE SIRIUS 3.0

Díky modularitě systému SIRIUS 3.0 je možné instalace postupně rozšiřovat. Jedním z příkladů je instalace Vysoké Mýto, kde byly v první etapě vybudovány elektronické PZS. Následně došlo k rozšíření o počítač náprav a přenosový systém pro kontrolu stávajících reléových PZS.

V další stavbě došlo opět k rozšíření počítače náprav a doplnění LED návěstidel (krycí návěstidla) a zřízení traťového souhlasu AH-88 v úseku Vysoké Mýto – Choceň.

#### 5. PROVOZNÍ ZKUŠENOSTI

Stav všech instalací je trvale sledován díky připojení do TDS V případě poruchy nějakého prvku, nadměrné výstrahy nebo výpadku napájení přijde zpráva jak udržujícímu pracovníku Správy železnic, tak servisu STARMON.

Každý týden se zpracovává vyhodnocení ověřovacího provozu ze všech lokalit.

V případě nouzového nebo poruchového stavu PZS je příčina rozlišena chybovým kódem (například pomalé sklopení závor). V grafickém zobrazení je zvýrazněn výstražník, kterého se porucha týká.

Za cca. rok od zahájení ověřovacího provozu prvních deseti PZS jsme registrovali tyto případy nadměrné výstrahy:

- 1) Výpadek komunikace po obou optických kruzích z důvodu výpadku magistralního napájení 400V DC (1 případ). Porucha vznikla za bouřky a jako příčinu jsme identifikovali špatně zapojenou přepěťovou ochranu. Po opravě zapojení se chyba již neopakovala. Pro snížení rizika chyby jsme ještě přepojili topologii optického kruhu tak, aby výpadek napájení nezpůsobil rozpad komunikace PZS – jádro.
- 2) Porucha routeru optiky kdy došlo ke krátkodobému zahlcení sítě a tím k rozpadu bezpečné komunikace (1 případ). Vadný prvek byl vyměněn a porucha se neopakovala.
- 3) Ovlivnění počítačícího bodu za bouřky – k ovlivnění dochází zejména v jedné lokalitě na jednom počítačím bodu. Po příčině stále pátráme.

Během ověřovacího provozu jsme dále registrovali několik poruch objektových kontrolérů, které buďto způsobily pouze nouzový stav, nebo se na samotném PZS neprojevíly:

- 1) Porucha izolačního stavu výstražníku – každý výstražník se závorou má své hlídání izolačního stavu, které hlídá obvody celistvosti a závorových světél. V některých případech se jednalo o poruchu izolačního stavu obvodu celistvosti závory. V jiných případech se jednalo o falešné vyhodnocení špatného stavu z důvodu ovlivnění blízkým vedením VN při poruše na vedení VN.
- 2) Ve dvou případech došlo k poruše objektového kontroléru výstražníku a byla nutná jeho výměna. Kontroléry jsou v topologii 2x 2 ze 2 a porucha jednoho znamená pouze nouzový stav bez vlivu na funkci PZS.
- 3) Ve dvou případech došlo k poruše LED svítilny návěstidla, vždy se ale jednalo o poruchu jedné sekce svítilny bez vlivu na funkci samotného světla.

Na jednom z provozovaných přejezdů došlo k dopravní nehodě. Řidič nákladní soupravy vjel na přejezd, i když nebyl schopný přejezd opustit. Na přejezd navazuje křižovatka a místní úprava je nevhodná. Po zahájení výstrahy a sklápění břevna došlo kolizí k protočení pohonu na sloupu výstražníku. Řidič následně stihl se soupravou přejezd opustit před příjezdem vlaku. Vlak pouze přejel zlomenou závorou.

Následná oprava výstražníku trvala od nahlášení 8 hodin.

Samotná elektronika nebyla při nehodě poškozena.



*Snímek poškození závorového stojanu při dopravní nehodě*

## 6. ZÁVĚR

Během ověřovacího provozu vykazuje zařízení SIRIUS 3.0 přiměřenou spolehlivost při provozu s vnějšími vlivy.

Parametry dostupnosti bude zajímavé zjišťovat v delším časovém horizontu.

Umístění elektroniky na výstražníku se po prvních připomínkách jeví jako vhodné díky dobré přístupnosti jednotlivých prvků.

Uvažovaná rozhraní systému SIRIUS 3.0 se také ukazují jako vhodná pro případy instalací s nimiž jsme se zatím potkali (například kmitavá indikace výstrahy, použitá do kontrolních skříněk).

## 7. SEZNAM ZKRATEK

NDC – koncentrátor dat

OCcpu – technologický počítač SIRIUS 3.0

OCcan – objektový kontrolér pro vazbu na stavědlo K-2002

OCi – objektový kontrolér bezpečných vstupů

OCo – objektový kontrolér bezpečných výstupů

OCsi – objektový kontrolér návěstidla

OCac – objektový kontrolér počítačícího bodu

OCrs – objektový kontrolér výstražníku

TDS – technologická datová síť

VN – vysoké napětí

## **BIM PŘI PŘÍPRAVĚ A REALIZACI STAVEB**

**Jan Hlawatschke, Ing. Stanislav Vitásek, Ph.D.**  
**Správa železnic, GŘ, Odbor strategie**

### **1. VÝZNAM DIGITALIZACE VE STAVEBNICTVÍ**

V oblasti stavebnictví přináší digitalizace významné změny v zažitých pracovních postupech a BIM (Building Information Management) se stává klíčovým prvkem moderní přípravy a realizace staveb. Data jsou připravována takovým způsobem, aby byla využitelná pro následnou správu a údržbu, kdy dochází k nejvýznamnějším přínosům metody BIM.

Aplikace metody BIM a doprovodných digitálních technologií na stavebních projektech vede především ke snížení celkových nákladů, zvýšení transparentnosti, posílení produktivity i efektivity práce a snížení chybovosti ve všech fázích životního cyklu stavby. Řízení a správa stavebních projektů v digitálním prostředí zásadně mění dostupnost informací a umožňuje rozhodovat na základě dat a existujících dokumentů, nikoli odhadů.

Klíčovým důvodem pro využívání metody BIM, je možnost pracovat s informacemi, které jsou dohledatelné a vzájemně propojené (a to včetně procesů a komunikace). Při využívání metody BIM jsou všechny relevantní informace o stavbě ukládány na jednom místě v digitální podobě a sdíleny se všemi zainteresovanými osobami. To znamená, že každý pracovník má možnost při rozhodování vyhledat potřebné informace a rozhodovat se na základě aktuálních dat.

Informace jsou přitom sdíleny napříč celým životním cyklem a všemi profesemi podílejícím se na stavebním projektu. Nedochozí, tak ke ztrátě informací při přechodu z jedné fáze životního cyklu stavby do jiné a ani při komunikaci, která ta je také ukládaná. I když dnes obvykle pracujeme s digitálními nástroji, stále si mnohdy předáváme informace v elektronické nebo dokonce papírové podobě. Tím často dochází ke ztrátě části informací, které již byly vytvořeny. Tyto informace se pak musí znovu ručně zadávat, což znamená vyšší riziko vzniku chyb a také nižší efektivitu práce. Při využití metody BIM nic takového není možné – informace jsou sdíleny na jednom místě a jednou zadaná informace již nemůže zmizet. Naopak, všechny navazující profese s ní mohou pracovat.

Mimo přímého provázání systémů, které jsou součástí BIM, připravujeme využití dat i pro další systémy, čímž dojde k dalšímu zvýšení využitelnosti jednou zadaných dat – typickým použitím bude např. zdroj dat pro pasportní systémy – správa a údržba se bude řešit v jiných Software k tomu určených.

### **2. PŘÍPRAVA STAVEBNÍHO PROJEKTU**

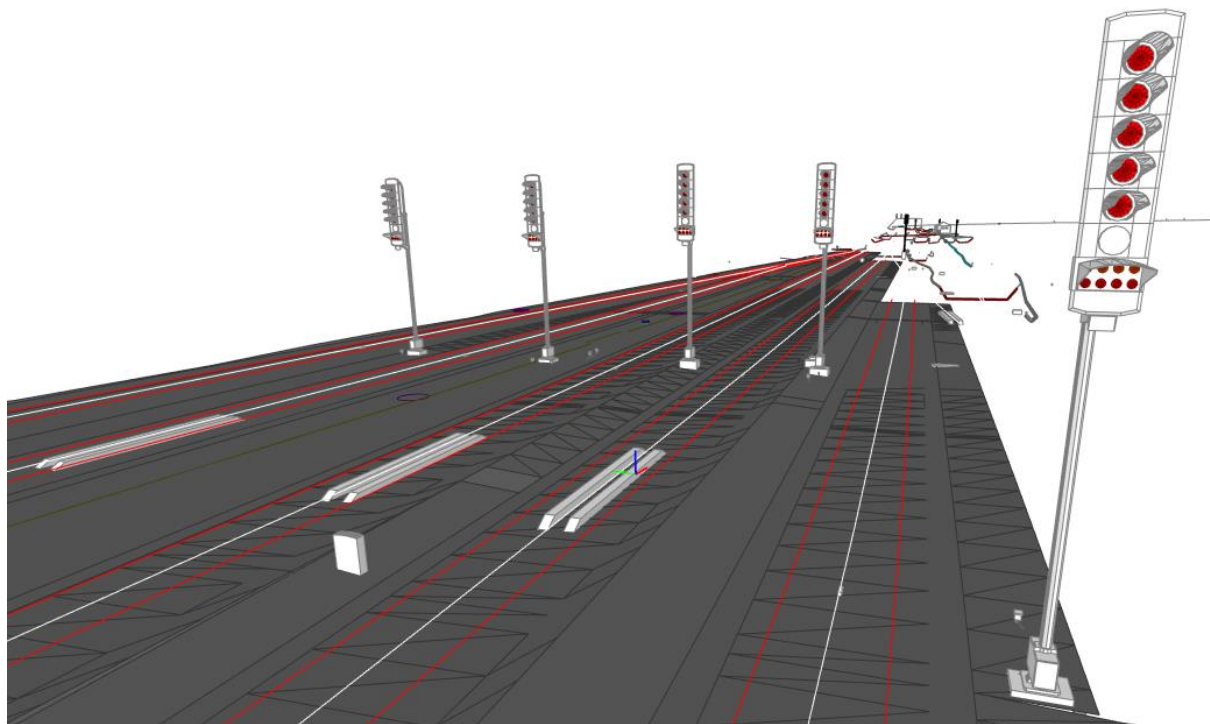
Ve všech fázích přípravy stavby se metoda BIM může uplatnit v celé řadě situací a umožnit tak zvýšení efektivity. Samotnou metodu lze rozčlenit do několika částí, kdy k nejvíce přínosným oblastem patří zejména digitální model stavby (DiMS), datová kontrola, detekce kolizí, profesní koordinace a harmonogram. Tyto oblasti jsou dále popsány do větší podrobnosti.

#### **2.1 Digitální model stavby**

Tvorba komplexních digitálních modelů stavby umožňuje lepší vizualizaci a porozumění projektu, což usnadňuje identifikaci potenciálních problémů, nebo nedostatečného plánování. Samotný digitální model stavby obsahuje kromě vizuální stránky také tzv. negrafické informace, což je soubor všech dat, které jsou o daném prvku požadované na základě konkrétního stupně přípravy – např. ne všechny informace jsou známé a požadované již ve stupni DUR. Jak grafická reprezentace, tak požadované



negrafické informace jsou definovány na základě tzv. datového standardu stavby (dále také DSS), který pro každý použitý prvek určuje jejich rozsah a podobu. Obecně je využití standardizace zásadní pro následné strojové zpracování dat, které umožní tato data přenést do dalších IT systémů automatizovaně, díky čemuž dojde ke zvýšení efektivity (data se zadají pouze jednou a dále se pouze využívají či aktualizují) a úspore času.



Obr. č. 1 - DiMS zabezpečovacího zařízení a železničního svršku

Zhotovitel může využít DiMS PDPS také pro sestavení nabídky, kdy ho využije jako podklad pro ocenění díla. K tomu použije negrafické informace, které jsou součástí DiMS a tak získá informace o výměrách, materiálech atd.

## 2.2 Datová kontrola negrafických informací

Pro možnost správného využití informací je nutné, aby všechna data byla ve formě udávaném DSS. Na většině stavebních projektů spolupracuje více dodavatelů a je proto nutné bezpodmínečné využití datových standardů pro jednotné sestavení DiMS. Proto se provádí datové kontroly nejen při tvorbě DiMS dodavatelem, ale také u jeho předávání objednateli. V praxi se osvědčuje odevzdání vybraného vzorku prvků na začátku řešení projektu objednateli. Objednatel na nich provede veškeré kontrolní činnosti a vrátí vzorek dodavateli. Dodavatel tak může na základě zpětné vazby vyladit většinu technických záležitostí ještě před odevzdáním finálního DiMS. Samotná kontrola probíhá v několika stupních, kdy se postupně ověřuje přítomnost vlastností, přes jejich vyplnění a končí kontrolou správnosti zápisu. Tímto způsobem je možné odhalit i „neviditelné“ chyby – typicky mezery za řetězcem hodnot.



Vlastnosti	Umístění	Klasifikace	Vztahy	External (all)
	Název		Hodnota	Jednotka
	+ CZ_E01	CZ_E01		
	+ CZ_F01	CZ_F01		
	+ CZ_I05	CZ_I05		
	- CZ_I20	CZ_I20		
	dopravní význam	odjezdové návěstidlo do Hněvic		
	evidenční staničení	476,082		km
	platnost	vlak		
	Podmiňující objekt	SO 10-10.1		
	rychlost před návěstidlem	60		km/hour
	staničení	476,082		km
	umístění návěstidla	vpravo		
	+ CZ_M04	CZ_M04		
	- CZ_S05	CZ_S05		
	neproměnné indikátory	REL/NA		
	počet svítilen	6		
	pořadí svítilen	žlutá, zelená, červená, bílá, žlutá, distanční vložka		
	proměnné indikátory	REL/NA		
	světelné pruhy	distanční vložka, žlutá		
	typ montáže	stožárové		
	Typ stavebního výrobku	S4		
	+ CZ_Z01	CZ_Z01		
	Označení šablony elementu	I5&20+S5+E1+Z1+M4+F1		
	Profesní skupina	Zabezpečovací zařízení		
	Skupina elementů	Zabezpečovací zařízení		
	Typ elementu	Proměnné návěstidlo		

Obr. č. 2 - Vlastnosti prvku návěstidlo

### 2.3 Detekce kolizí

Kontrola prvků z pohledu řešení detekce kolizí je dalším důležitým procesem při tvorbě a přejímání DiMS. Samotné kolize jsou rozděleny do několika stupňů na základě jejich závažnosti (např. zásah trakčního vedení do průjezdného profilu je tzv. závažná kolize, která musí být odstraněna). Díky včasnému odhalení možných problémů již při přípravě stavby dojde k velké časové úspoře v její realizaci. Samotná detekce kolizí se provádí za pomoci plně automatizovaných nástrojů, kde výsledkem je protokol s popisem kolizí.

Mimo detekce kolizí lze grafickou interpretaci stavebního projektu ve formě DiMS využít i např. pro vizuální kontrolu budoucích rozhledových poměrů. Nedávána zkušenost u „Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérových přístupů v ŽST Roudnice nad Labem“ vedla k včasnému odhalení problému s viditelností navrhovaných návěstidel – ve standardní 2D dokumentaci vše vypadalo v pořádku, ale po vyhotovení DiMS vyšlo najevo, že v určitých úsecích je snížena viditelnost z pohledu strojvedoucího z důvodu nově vybudovaného zastřešení a výtahové šachty. Na základě těchto zjištění tak došlo k přepracování polohy návěstidel tak, aby byl tento problém odstraněn.

## 2.4 Profesionální koordinace

Železniční projekty jsou velice komplexní, kdy každý projekt je řešen ve spolupráci velkého množství profesí. Tradiční způsoby řízení jsou velice náročné a zdoluhavé právě díky mezioborové spolupráci. V rámci metody BIM se jako „řídící centrum“ využívá společné datové prostředí (dále pouze CDE – Common Data Environment), které slouží hlavně jako jediné úložiště všech dokumentů použitých na projektu a s tím související procesy připomínkových řízení a pracovních postupů, kterých se účastní všechny dotčené profese objednatele i zhotovitele. Díky těmto základním vlastnostem, které jsou společné pro všechna CDE na trhu, je umožněno řízení libovolného stavebního projektu. Největší komplikace, které se se zavedením CDE objevují, je nutnost proškolení uživatelů a změna způsobu práce. Je proto důležité věnovat zvýšenou pozornost edukaci nejen přímých účastníků stavebního projektu, ale i všech dalších uživatelů v organizaci.

U ukončených projektů probíhá jejich vyhodnocení, kdy jsou závěry reflektovány do dalších projektů. Uživatelé hlavně oceňují přehledný způsob projednání a vypořádání připomínek, kdy díky jasně nastavenému pracovnímu postupu nedochází k časovým prodáváním a je možné v každém okamžiku sledovat, v jakém stavu se daná připomínka nachází.

## 2.5 Plánování a harmonogram

Sestavení správného harmonogramu stavby je poměrně náročnou činností, která vyžaduje obsáhlé znalosti tvůrce harmonogramu a i to je jeden z důvodů, proč není využíván v maximální možné míře. Při použití DiMS lze využívat obecných vlastností všech prvků, kam lze zadat i časové údaje, na jejichž základě lze následně vygenerovat podrobný harmonogram prací – tzv. 4D model (DiMS doplněný o časové informace). Tyto pak mohou sloužit pro vizualizaci časového průběhu stavby. Využití časové složky tak umožní přesně naplánovat stavební postup, protože součástí časových informací obsahuje i údaje o dočasnosti daných prvků a lze tak v předstihu odhalit možné budoucí komplikace při výstavbě. Na základě správně sestaveného harmonogramu lze následně odhalit kritické prvky, kterým bude třeba věnovat zvýšenou pozornost.

## 3. REALIZACE STAVEBNÍHO PROJEKTU

V průběhu realizace stavby se při využití metody BIM přebírají data vzniklá v přípravných fázích a dále se s nimi pracuje. V průběhu pilotních projektů byli nejprínosnější činnosti týkající se především správy dokumentace stavby a využití DiMS.

### 3.1 Dokumentace stavby

Využití CDE (stejně jako v přípravě) přináší veškerou stavební dokumentaci přístupnou všem členům projektu na základě nastavených oprávnění. CDE se také označuje jako „místo jediné pravdy“ a nemůže tak dojít k nesrovnalostem z důvodu komunikačního šumu, nedodání podkladů apod. Kromě samotného náhledu na dokumentaci je CDE využíváno také k projednání a schvalování připomínek či změn, kdy jsou využity standardní funkcionality připomínkových řízení, které jsou nastaveny dle platných směrnic Správy železnic.

Samotné procesy připomínkování, schvalování a změn mohou být náročnější vzhledem k velkému počtu zúčastněných osob, proto byla digitalizace těchto procesů v rámci pilotních projektů hodnocena jako velice přínosná, protože každý účastník projektu měl vždy k dispozici aktuální informace o stavu projednání.

CDE je dále využíváno pro předávání podkladů k fakturaci, kdy se jednotlivé části nemusí posílat emailem. Aktuálně se využívá ta nejjednodušší forma schvalování – do CDE se vloží dokumenty ve formátu pdf, ve kterém proběhne standardní schvalovací proces.

### 3.2 Využití DiMS

V rámci realizace lze využít DiMS k různým činnostem, které usnadní veškeré evidenční záležitosti na stavbě. K typickému využití potom DiMS slouží např. při projednání změn během výstavby, kdy projednávaná změna je přímo vizualizována (stav před a po změně).

DiMS je dále použit při tvorbě DSPS, kdy se takto zadaná data budou dále využívat např. pro pasportní systémy. V této oblasti se vyskytují komplikace související hlavně s rychlostí výstavby – typicky u zemních prací, kdy je proveden výkop, který je následně zasypán. V tomto případě by musel být na stavbě přítomen geodet takřka nepřetržitě, aby mohl provádět průběžné zaměrování. Pro vyřešení této situace se pracuje na zavedení automatických systémů – např. snímání pomocí stacionárních kamer.

## 4. BUDOUCÍ KROKY SPRÁVY ŽELEZNIC

Při zavádění digitalizace je nutné brát na zřetel velké množství proměnných, proto k tomuto procesu přistupuje organizace systematicky, aby celý proces proběhl bez větších komplikací. Mimo průběžné provádění pilotních projektů, které prakticky přechází do rutinního režimu, je aktuálně největší výzva ve výběru CDE, které bude sloužit jako jediný systém pro správu všech stavebních projektů Správy železnic. Aby bylo možné začít využívat co nejvíce benefitů, které metoda BIM nabízí, jsou už v současnosti připravována data takovým způsobem, aby je bylo možné využít pro budoucí správu a údržbu. Pro úspěšné zvládnutí je nutná spolupráce nejen v rámci jednotlivých organizačních jednotek Správy železnic, ale i se všemi dodavateli. Jednoznačným přínosem je digitální řízení procesů v připomínkovacím a schvalovacím procesu. Uživatelé ocenili hlavně maximální přehled po celou dobu projektu.

Negativa spojená se zavedením a použitím digitalizace lze rozdělit na uživatelskou a technickou část. Technická část se týká IT vybavení uživatelů, instalace a provozu potřebného SW. Uživatelská negativa se dají obecně shrnout do pojmu „nechuť ke změnám“. Ty lze rozptýlit především informovaností a využitím jednoznačných přínosů, které digitalizace nabízí. V rámci uskutečněných pilotních projektů je proto aktivně získávána zpětná vazba od řadových uživatelů, aby mohla průběžně probíhat optimalizace všech dotčených oblastí digitalizace.

Další následné kroky jsou spojené s činnostmi, které aktuálně vykonává a připravuje oddělení Digitalizace stavebních projektů odboru strategie Správy železnic. Hlavním cílem je zavedení CDE na všech projektech bez ohledu na využití DiMS. Tímto dosáhneme základního požadavku na digitalizaci – všechna technická data stavby budou součástí jediného systému, který bude sloužit jako zdroj dat pro další využití, především v následné správě a údržbě (napojení na pasportní systémy). Pro správné naplnění systému daty v odpovídající formě probíhá aktuálně tvorba metodik, které přesně stanovují grafické i negrafické kontroly DiMS, aby výstup ze všech projektů byl jednotný.

## **BIM – POMOCNÍK NEBO POVINNOST**

### **Ohlédnutí za pilotním projektem BIM – zásady, zkušenosti a výstupy**

**Mgr. Václav Kudělka**  
**AŽD Praha s.r.o.**

#### **1. MOTIVACE**

BIM je vnímán jako prostředek pro efektivní realizaci staveb. Povinnost jeho zavádění do národních prostředí států EU je definována směrnicí Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU, která byla implementována do legislativního prostředí ČR prostřednictvím Usnesení vlády České republiky č. 958 o významu metody BIM pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení ze dne 2. listopadu 2016.

Z toho vyplývá povinnost pro jednotlivé účastníky stavebního procesu zavést a povinně používat BIM pro státní zakázky (stavby) vyšším než 180 mil. Kč.

Obecně řečeno, BIM by měl podporovat nebo přímo zajistit procesy, které se zabývají tvorbou a správou projektů s využitím digitálního modelování, jehož cílem je digitalizace konkrétní stavby (budovy), což by mělo usnadnit sdílení informací o konkrétní stavbě, a to v celém jejím životním cyklu. Očekává se, že použitím BIM by se měla urychlit realizace staveb, při současné optimalizaci nákladů použitím modelů pro automatizovanou stavební mechanizaci. Použití BIM by mělo eliminovat rozsah změnových řízení v průběhu vlastní výstavby a výstupy BIM by měly zjednodušit i následné provozování stavby, její vliv na životní prostředí, a to vše s využitím principů digitalizace a moderních softwarových nástrojů.

#### **2. REALIZACE**

Důvody vzniku BIM se pojí s výstavbou výškových budov, kde se ukázala nutnost modelování, tvorby modelů, ale i managementu změn v průběhu celé realizace. Při zavádění BIM pro jiné typy projektů, jako jsou například železniční liniové stavby, bylo nutné najít vhodnou míru implementace BIM, který lze vnímat jako **Building Information Model**, případně jako **Building Information Modelling**, ale také jako **Building Information Management**. Z tohoto důvodu byly realizovány konkrétní pilotní projekty i Správou železnic, s.o.; resp. Správou železniční dopravní cesty, s.o.

Jedním z těchto projektů byl projekt rekonstrukce ŽST Čachovice v rámci stavby: **Zvýšení kapacity trati Nymburk – Mladá Boleslav**, který realizovala společnost „Nymburk - Mladá Boleslav“, kde roli hlavního účastníka zajišťovala společnost AŽD Praha s.r.o.

Na projektu rekonstrukce ŽST Čachovice, který lze považovat jako jeden z pilotních implementací metody BIM pro liniové/dopravní stavby, bylo mimo jiné otestováno nasazení BIMu pro management řízení životního cyklu stavby a řízení stavebního projektu od fáze iniciační až po fázi realizační/provozní (Obr. 1).

Stavební projekt					
Fáze předinvestiční		Fáze investiční		Fáze provozní	Fáze likvidační
Iniciování	Definování	Navrhování	Realizace	Provoz	Likvidace
Životní cyklus stavby					
Fáze stavebního projektu				Fáze provozní	Fáze likvidační
				Životní cyklus užití stavebního díla	

Obr. 1 – Fáze stavebního projektu

### 3. PILOTNÍ PROJEKT BIM – REKONSTRUKCE ŽST ČACHOVICE

V rámci tohoto projektu proběhla sanace železničního spodku, rekonstrukce železničního svršku, rekonstrukce železničního mostu o rozpětí 6,5 m, dvě nová vnější nástupiště o délce 60 m, úpravy železničního přejezdu včetně technologie, celková výměna technologie - zabezpečovací, sdělovací a silnoproudá zařízení včetně výstavby nové technologické budovy.

Mezi vybrané cíle pilotního projektu implementace metody BIM bylo zahrnuto:

- ověření správnosti konvenčního projektu (možné kolize, výkazy výměr),
- navržení vhodné podrobnosti BIM modelu pro projektovou dokumentaci stavby drah,
- návrh rozsahu negrafických informací využitelných nejen pro realizaci ale i pro další údržbu stavby,
- zadání realizace stavby (r. 2018/2019) s využitím modelu BIM (technické a administrativní zvládnutí),
- ověření předpokládaných přínosů z realizace stavby s využitím informačního modelu v souladu s metodou BIM,
- ověření způsobu spolupráce účastníků realizace stavby (praktická aplikace využití sdíleného prostředí mezi investorem a zhotovitelem stavby).

### 4. REALIZACE PILOTNÍHO PROJEKTU BIM

Při realizaci pilotního projektu BIM v rámci stavby rekonstrukce ŽST Čachovice bylo postupováno podle metodiky vyplývající ze zadání stavby, která byla definována pracovištěm BIM pod vedením Ing. Provozníka SŽ, s.o. Při realizaci pilotního projektu BIM jsme vycházeli ze zkušeností SUDOP Praha a.s., který se v předchozím období podílel na jiných pilotních projektech, avšak s jinou obsahovou skladbou.

V rámci realizace pilotního projektu bylo nutné:

- Zpracovat BEP (BIM Execution Plan)
- Jmenovat odpovědné osoby a jejich role
- Zajistit centrální datové úložiště CDE (Common Data Environment)
- Stanovit pravidla verifikace a validace
- Definovat cíle projektu
- Stanovit podmínky pro aktualizaci modelů
  - ✓ Rozšířit soubor geodetických měření
  - ✓ Stanovit pravidla pro geodetická měření

- ✓ Provéřit dosažitelnost toleranci
- Stanovit rozsah neprovozních informací

#### 4.1 BIM EXECUTION PLAN (BEP)

BEP (BIM Execution Plan) je základním dokumentem obsahující plán „výkonů“ BIM. BEP stanovuje role jednotlivých uživatelů; strukturu, provozování a administraci CDE a také požadavky na grafickou podobu a hlavně přesnost koordinačního modelu a s ním související vstupující dílčí modely jednotlivých profesí. BEP musí být vytvořen na začátku jakéhokoliv BIM modelování, ať už hovoříme o grafickém modelování stavebního objektu, podobě negrafických informací, struktuře dokumentace ale i modelování jednotlivých řídicích procesů, které se vyskytnou po dobu celé implementace a provozování BIM modelu.

V rámci pilotního projektu byla metodika stanovená zadávací dokumentací rozšířena o problematiku kontroly a verifikace a dále o požadavky na geodetické zaměření staveb, které na rozdíl od dosavadních znalostí znamenalo geodetické zaměřování tzv. skrytých konstrukcí již v průběhu jejich realizace.

Pro potřebnou realizace pilotního projektu byl BEP doplněn o následující přílohy:

A	MBN_0.BIM	Základní struktura modelu (uložena datově na datovém uložišti v adresáři s uvedeným názvem)
B	BEP_MBN_Příloha_B	Rozvržení složek BIM
C	BEP_MBN_Příloha_C	Manuál s operacemi v datovém uložišti
D	BEP_MBN_Příloha_D	Procesy verifikací a validací aktualizovaných modelů a negrafických informací
E	BEP_MBN_Příloha_E	Seznam oprávněných osob
F	BEP_MBN_Příloha_F	Seznam negrafických informací

#### 4.2 CDE

Při tvorbě projektu s využitím procesů BIM je mimo jiné nutné mít nadefinované a implementované společné datové prostředí CDE (Common Data Environment). Zjednodušeně řečeno slouží ke sdílení informačního/koordinačního modelu stavby a veškeré přidružené dokumentace, včetně dokladů od profesí, které vstupují do vlastního realizačního procesu stavby.

#### 4.3 VERIFIKACE A VALIDACE

V průběhu realizace pilotního projektu se ukázalo, že pro naplnění jednoho z cílů BIM, tj. zajistit aktuální platné dokumenty pro jejich sdílení, prostřednictvím CDE, různými profesemi a subjekty bylo nutné stanovit pravidla pro verifikaci a validaci. Stanovená pravidla měla zabránit používání sice nových, ale neverifikovaných dokumentů. Na dalším obrázku je konkrétní podoba přílohy D obsahující **Procesy verifikací a validací aktualizovaných modelů a negrafických informací** zatímco příloha E definovala oprávnění následujících rolí následujícím způsobem:

##### A. BIM uživatel (Náhled)

Osoba s touto úrovní oprávnění má možnost pouze prohlížet aktuálně platný BIM model, a to jak jeho grafické, tak i negrafické informace bez možnosti jeho modifikace.

##### B. BIM zpracovatel (Realizace)



Osoba s touto úrovní oprávnění má možnost modifikovat BIM model (grafické i negrafické informace), přičemž není oprávněn aktuálně platný dokument schvalovat a uvolňovat pro potřeby všech dalších zúčastněných (oprávněných) osob.

*BIM zpracovatel nemůže být současně BIM koordinátorem v oblasti BIM modelu, pro kterou má oprávnění BIM zpracovatel.*









### C. BIM koordinátor (Schvalování)

BIM koordinátor zajišťuje proces verifikace a validace aktuálních verzí BIM modelu (grafických i negrafických informací) a tyto uvolňuje pro potřeby všech dalších zúčastněných (oprávněných) osob.

*BIM koordinátor nemůže být současně BIM zpracovatelem v oblasti BIM modelu, pro kterou má oprávnění BIM koordinátor.*

Název Pracovního toku	Název Fáze Pracovního toku	Položka	SUDOP Projektant	BIM Koordinátor AŽD	Pracovník Externí firmy ( AŽD )
Interní pracovní tok SUDOP PRAHA		Přístupové právo	Zápis (Editace)	Bez přístupu	Bez přístupu
		Popis	Interní schvalovací proces SUDOP PRAHA.		

↓  
BIM Koordinátor SUDOP PRAHA 1x týdně, kopíruje do do složky 0\_BIM podklady

Název Pracovního toku	Název Fáze Pracovního toku	Položka	BIM Koordinátor SP	BIM Koordinátor AŽD	Pracovník Externí firmy ( AŽD )
Pracovní tok na složce BIM	Sdíleno_BIM	Přístupové právo	Zápis (Editace) 	Čtení 	Bez přístupu
		Popis	BIM Koordinátor SP provede kontrolu dokumentů . Zpracuje a upraví Koordinační model. Posune dokumenty do následující fáze	Může sledovat stav zpracování dokumentů u BIM Koordinátora SP	
	Kontrola_BIM_koord	Přístupové právo	Čtení 	Zápis (Editace) 	Čtení 
		Popis	Může sledovat stav zpracování dokumentů u BIM Koordinátora AŽD	BIM Koordinátor AŽD provádí kontrolu dodaných podkladů. V případě schválení je posílá do Následující fáze "Schváleno", v případě Neschválení vrací zpět k opravě BIM koordinátorovi SP posunem do Předcházející fáze "Sdíleno_BIM"	Může sledovat stav zpracování dokumentů u BIM Koordinátora AŽD
	Schváleno	Přístupové právo	Čtení 	Čtení 	Čtení 
		Popis	Dokument je schválený a všem připraven ke čtení. V případě provedení změny na dokumentu je dokument pod novým číslem Revize přepracován	Dokument je schválený a všem připraven ke čtení. V případě provedení změny na dokumentu je dokument pod novým číslem Revize přepracován	Dokument je schválený a všem připraven ke čtení. V případě provedení změny na dokumentu je dokument pod novým číslem Revize přepracován

Obr. 2 – Procesy varifikace a validace

## 4.4 GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ

V rámci realizace pilotního projektu zajišťovala geodetické zaměření firma HRDLIČKA spol. s.r.o. S ohledem na požadavky zadávací dokumentace byla navázána spolupráce

s oddělením geodetického pracoviště SŽDC s.o. s kterým byly stanoveny základní pravidla zaměřování pro potřeby realizace požadovaných cílů uvedených v BEP.

- Zaměření a zpracování DSPS jednotlivých SO, PS se bude řídit platnými předpisy staveb pro SŽDC. Veškeré měření bude probíhat ze schváleného a ověřeného ŽBP v přesnostech, vyplývajících z projektu (viz M20/MP010, v účinnosti od 10. 8. 2018).
- M20/MP006 Opatření k zaměřování objektů železniční dopravní cesty – účinnost 15. 2. 2017, od 1. 9. 2018 v platnosti nového znění.
- M20/MP005 Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat pro mapy velkého měřítko – účinnost 21. 9. 2017, od 1. 9. 2018 v platnosti nové znění.
- Součástí těchto předpisů je i foto-katalog (popř. webový foto-katalog, dokument je umístěn na adrese [http://82.117.128.49/index.php/dokumenty/geo\\_doc/?lang=cs](http://82.117.128.49/index.php/dokumenty/geo_doc/?lang=cs)), kde je zobrazeno, jak se jednotlivé objekty měří a jak se následně zakreslují do DSPS.

Dále bylo rozhodnuto, že pro potřeby BIM je nutné zaměřit, nad rámec platných předpisů:

- **Mosty** – nejvyšší hranu nosné konstrukce mostu pod kolejiemi (měřeno osově), která bude následně skryta železničním svrškem.
- **Pláně** – je nutné doložit zaměření jednotlivých vrstev zemní pláně v tabulkové podobě s odchylkami. V případě, že u pláně nebudou dodrženy odchylky, bude doloženo zaměření a zakreslení vrstvy ve 3D a v protokole bude vysvětleno, proč nebyly odchylky dodrženy.
- **Budovy resp. protihlukové stěny, zdi** – je nutné zaměřit nejen obvodem v úrovni terénu, ale také zaměřit jejich výšku, resp. zpracovat jako 3D objekt.
- Veškeré objekty bez vlastního nosného systému (**zavěšené objekty**) – nutné zaměřit ve skutečné výšce (doposud měřeny průmětem na terén) v místě vzhledem k BIM modelu.

Díky tomu bylo navrženo, že u seznamu souřadnic bude informace o původu bodu:

- **Měřený bod** – kód 1
- **Převzatý bod** – kód 2
- **Konstruovaný bod** – kód 3
- **BIM bod** (původní ideální bod z BIM projektu) – kód 4.

## 5. VÝSTUP PILOTNÍHO PROJEKTU

V rámci pilotního projektu byly naplněny všechny požadavky zadávací dokumentace a současně rozšířeny procesy a postupy nezbytné pro zajištění cílů BEP, a to primárně stanovením pravidel pro verifikaci a validaci a dále navázáním spolupráce s geodety a s jejich pomocí stanovením pravidel pro zaměřování v kontextu tehdejší praxe.

Významným závěrem pilotního projektu bylo zjištění, že model nemůže nahradit dokumentaci skutečného provedení stavby a tudíž použitelnost modelů lze uplatnit při koordinaci s jinými stavbami v dalších etapách životního cyklu.

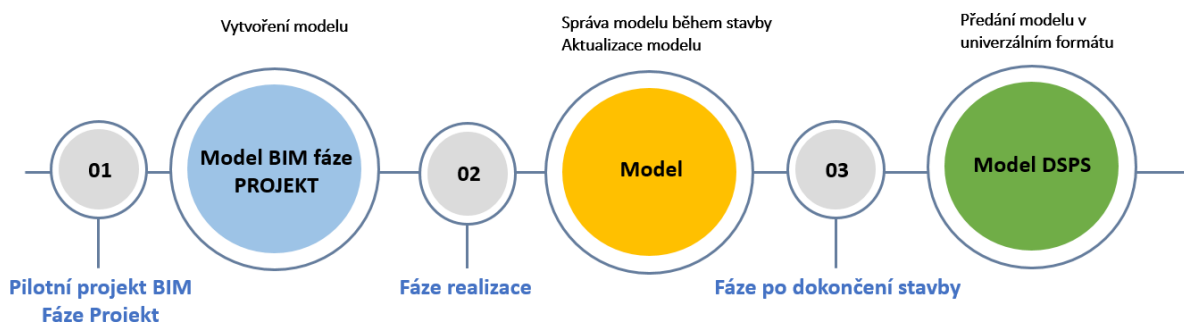
Pilotní projekt prokázal sílu BIM v procesních záležitostech, managementu stavby.

Pilotní projekt nebyl oficiálně (s vědomím) dodavatele vyhodnocen.

Dalším podstatným výstupem při tvorbě pilotního projektu BIM Čachovice bylo vytvoření a hlavně následné ověření workflow jednotlivých fází realizace stavebního projektu s využitím metody BIM (Obr. 3). Pomocí tohoto pracovního postupu proběhly i procesy od tvorby BEP přes projektovou fázi, správu modelu během stavby včetně aktualizace modelu podle realizace jednotlivých vstupujících profesí. Ve fázi po dokončení



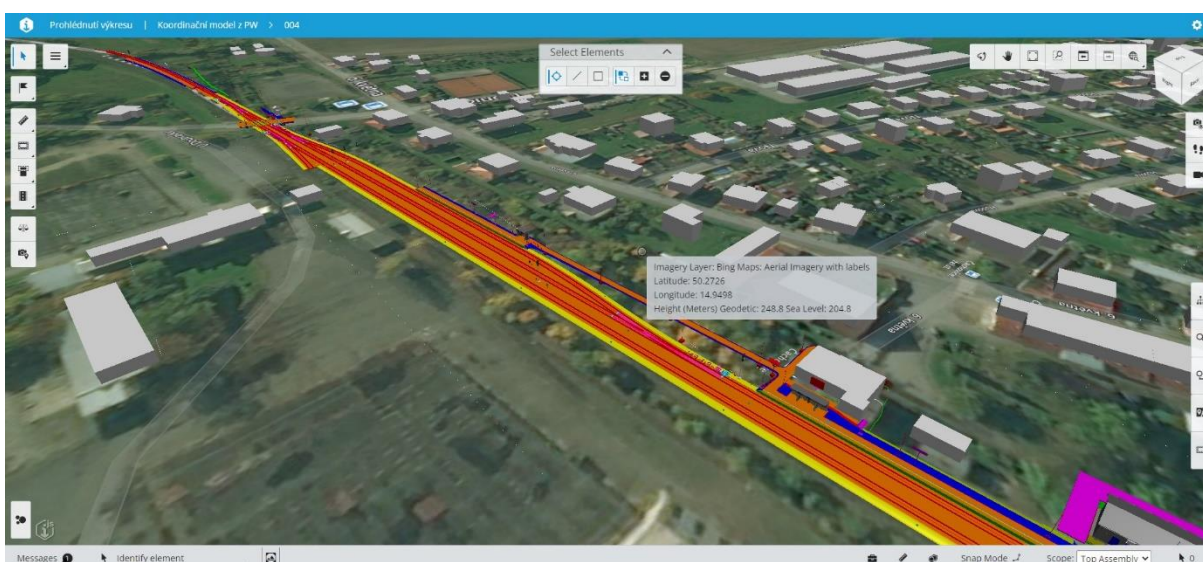
stavby byl realizován i univerzální formát pro předání modelu DSPS (který však **nenahrazuje** kompletní DSPS) koncovým uživatelům sjednaným v BIM Execution Plan.



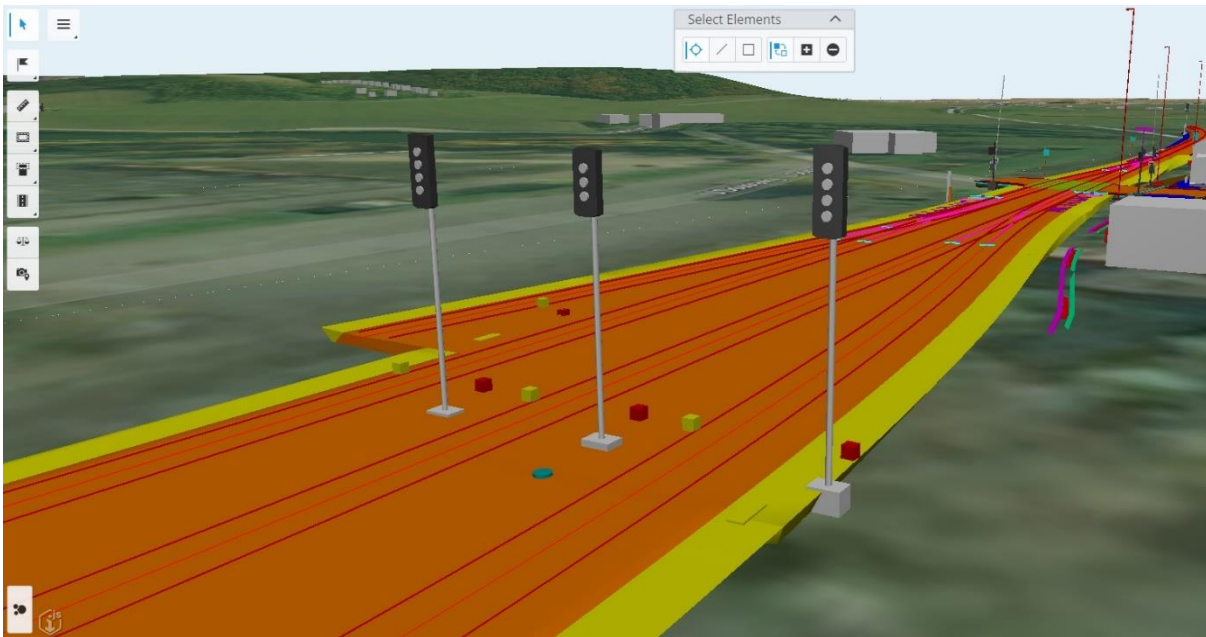
Obr. 3 – Workflow jednotlivých fází pilotního projektu BIM Čachovice

V současnosti slouží BIM projekt ŽST Čachovice pro potřeby správy a údržby stavby během jejího provozního užívání. Geometrický model byl využit pro vyhodnocení prostorové polohy koleje. BIM model částečně doplňuje dokumentaci skutečného provedení stavby. Podle přílohy z BEPu proběhlo doplnění negrafických informací podle dokumentace stavby. Výsledný model včetně negrafických informací byl předán v prostředí CDE s využitím programových prostředků od společnosti Bentley Systems (ProjectWise).

V pilotním projektu BIM – rekonstrukce žst. Čachovice byla vytvořena webová aplikace na platformě iModelHub s využitím softwarových prostředků od společnosti Bentley Systems. Aplikace zobrazovala koordinační model stavby s jednotlivými profesemi (zabezpečovací zařízení, železniční svršek/spodek, přejezd atd.). Model byl georeferencovaný na ortofoto geografickou bázi pro lepší orientaci v rámci okolního geoprostoru. Dále aplikace umožňovala propojení s databází a číslníkem jednotlivých objektů stavby.

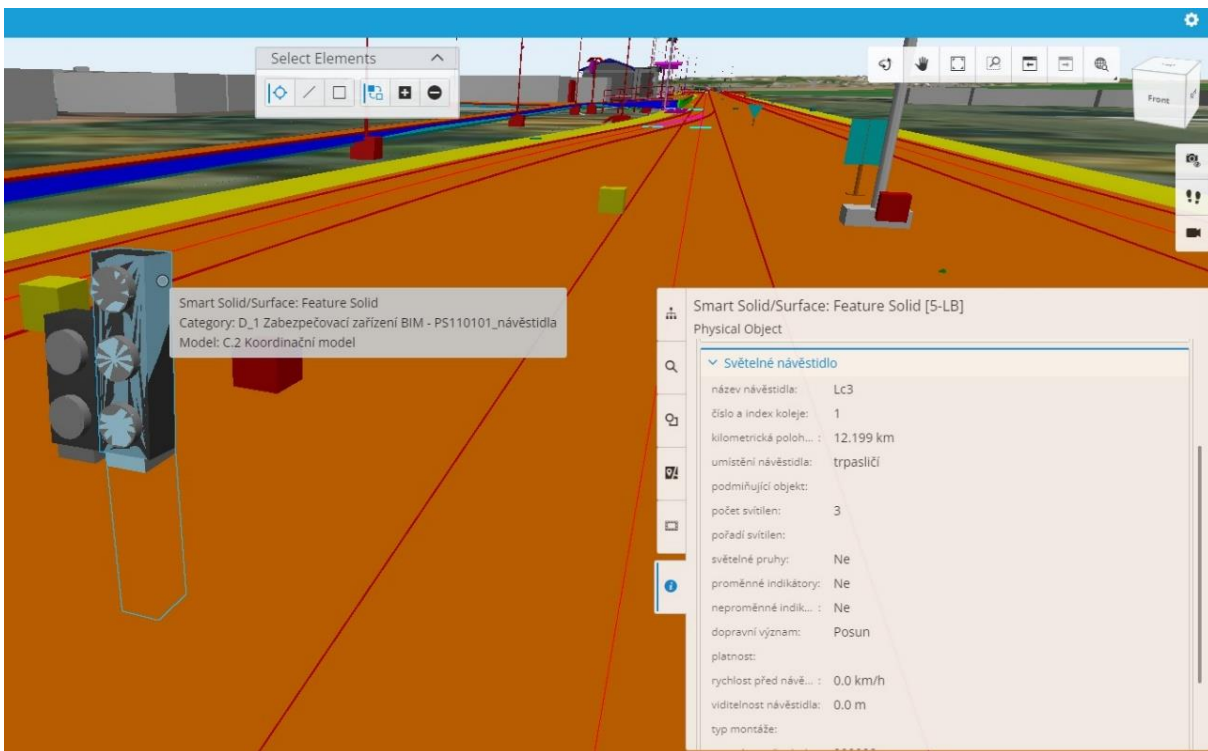


Obr. 4 – Náhled na část koordinačního modelu žst. Čachovice (BIM)

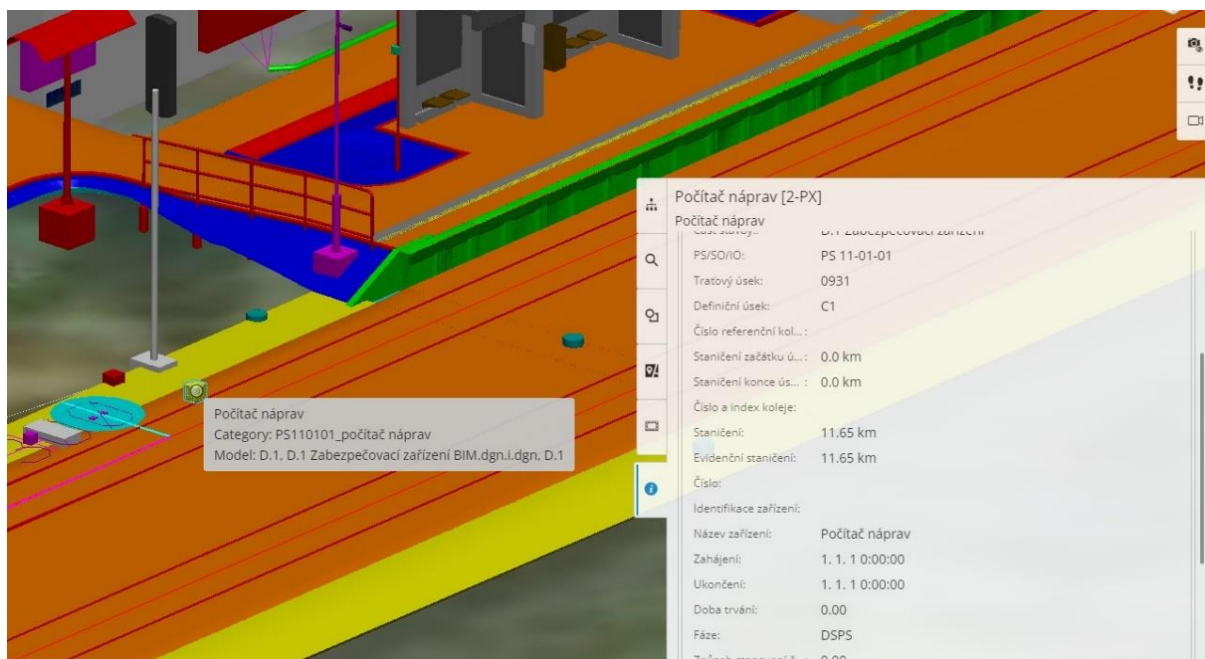


Obr. 5 – Náhled na část koordinačního modelu žst. Čachovice (BIM), zhlaví

Z pohledu například zabezpečovacích zařízení byla vložena do CDE dokumentace pro jednotlivé zabezpečovací systémy, které byly v rámci rekonstrukce žst. Čachovice ve stanici instalovány. Tato dokumentace byla propojena s grafickou reprezentací venkovních prvků zabezpečovacích zařízení. Díky tomu bylo možné zobrazovat ve webové aplikaci technické parametry jednotlivých zařízení formou tabulek.



Obr. 6 – Náhled na negrafické informace venkovního prvku – trpasličí návěstidlo (webová aplikace)



Obr. 7 – Náhled na negrafické informace venkovního prvku – počítač náprav (webová aplikace)

## 6. MOŽNÉ PŘÍNOSY METODY BIM (BIM jako pomocník)

Hlavním účelem metody BIM je komplexní management stavby. Zde vyplývají i jeho hlavní přínosy. Jedná se hlavně o rozsáhlé stavby s vysokým množstvím vstupujících profesí. Zde se nabízí úvaha, pro stavby jakého rozsahu je BIM přínosný, a kde není nutné tuto metodu zavádět. Z hlediska nadlimitních staveb, což je většina těch dopravních, tak můžeme o zavádění BIM metody uvažovat. Díky procesnímu managementu BIM má investor komplexní přehled o činnostech na řešené stavbě.

Používání BIM urychluje výstavbu, snižuje náklady, zvyšuje produktivitu práce, umožňuje analýzu environmentálních dopadů budov a dopravních staveb a také při správném nastavení BEPu omezuje nedorozumění mezi jednotlivými účastníky výstavbového projektu. Teoreticky vzato lze s jistou mírou nadsázky prohlásit, že díky zvyšování transparentnosti a eliminaci chyb v projektech, snižuje prostor pro případnou korupci.

# **PLÁNY V OBLASTI DIGITÁLNÍCH RÁDIOVÝCH SÍTÍ**

**Bc. Ondřej Borovský, MBA**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

## **1. ÚVOD**

Moderním trendem ve všech i rádiových sítích je digitalizace. Správa železnic z tohoto trendu nevybočuje a nejen digitální rádiové sítě, ale také analogové rádiové sítě postupně digitalizuje, alespoň z pohledu připojení do datové sítě. Digitalizace rádiových analogových sítí přináší další výhody jako je vzdálený dohled a vzdálené ovládání. Což umožňuje vzdáleně ovládat a komunikovat v sítích SRV a TRS vzdáleně.

Vlastní digitální rádiový systém GSM-R je již od základu digitální, ale i u této technologie je možné digitalizaci posunovat a vylepšovat hlavně s ohledem na budování a úpravy přenosového systému.

Vývoj v oblasti rádiových systémů se ale nezastavil jen u GSM, ale je již několik dalších digitálních rádiových systémů, které jsou známé hlavně u veřejných operátorů. Jelikož jsou drážní předpisy a možnosti pro provozování systémů nastaveny na dlouhodobou udržitelnost a interoperabilitu, tak není možné nasazovat každou novou verzi a nový výrobek, který je v danou chvíli moderní a populární. V rámci spolupráce mezi jednotlivými správci infrastruktury a UIC je potřeba definovat dlouhodobé požadavky a potřeby na rádiové systémy, tak aby vše splňovalo požadavky a bylo spolehlivé a plnohodnotně funkční v drážním prostředí.

Analogové sítě se doposud používají a není v plánu je v nejbližší době rušit:

- **Traťový rádiový systém TRS**

Zajišťuje hlasovou komunikaci dispečera, strojmistra případně dalších osob zúčastněných na řízení a organizování drážní dopravy a jejím provozování se strojvedoucím a přenos kódovaných informací.

- **Simplexní spojení v pásmu 150 MHz – síť SRV**

Systém simplexního spojení v traťových a místních rádiových sítích v pásmu 150 MHz zajišťuje hlasovou komunikaci dispečera se strojvedoucím v dosahu základnové radiostanice umístěné v příslušné železniční stanici a spojení strojvedoucího s dalšími osobami zúčastněnými na provozování drážní dopravy.

## **2. DIGITÁLNÍ RÁDIOVÁ SÍŤ GSM-R**

Digitální rádiová síť GSM-R CZ se provozuje na kmitočtech 876–880/921–925 MHz (můžeme používat kmitočty 874,4–880,0 MHz a 919,4–925,0 MHz a také 1900–1910 MHz) a vychází ze standardu mobilních telekomunikačních sítí GSM rozšířeného podle projektu UIC MORANE o další specifické železniční funkce, které jsou obsaženy a definovány v technických specifikacích UIC EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) FRS (Functional Requirements Specification) a SRS (System Requirements Specification). Oproti veřejným operátorům je postavena na stuhové architektuře, protože není potřeba pokrývat větší okolí železniční infrastruktury. Oproti veřejným operátorům musí také splňovat jasně dané požadavky na pokrytí a spolehlivost služby především s ohledem na ETCS.



## 2.1. Plány v oblasti GSM-R

Hlavním posunem v rámci výstavby a úprav GSM-R je přechod z připojování BTS z časového dělení kanálů E1 na paketové přenosy v IP/MPLS. Pro tento posun je potřeba samozřejmě upravit centrální části GSM-R a jednotlivé BTS musí tuto změnu také podporovat.

## 2.2. Přenosová síť pro ERTMS

Pro ERTMS dnes již používáme technologii IP/MPLS, jelikož tato technologie je vhodná zejména v současném stavu, kdy jsou „staré“ BTS připojeny pomocí E1, kdy IP/MPLS technologie umí také emulaci E1. IP/MPLS technologie je možné používat již při současném stavu a připojovat současné BTS, bez jejich potřebného upgradu na novější verzi a dále se dá využít také pro budoucí nasazování BTS komunikujících na IP. IP/MPLS pro GSM-R a ETCS je separátně budovaná jen pro ERTMS, aby nebyla ovlivňována vnějšími vlivy ostatních datových aplikací používaných na železniční dopravní cestě.

Takto budovaná přenosová síť je vhodná také pro budoucí rádiový systém FRMCS, který je ve fázi vývoje.

## 2.3. UIC

V rámci UIC jsou aktivní pracovní skupiny ENIR a OFG, které aktualizují současné platné předpisy a specifikace UIC, které jsou interoperabilní a definující jednotnost systému pro všechny účastníky železničního provozu. Pracovní skupiny zapracovávají požadavky uživatelů na nové funkce, tak aby byl systém GSM-R stále aktuální a byly splněny požadavky uživatelů pro požadovanou funkčnost GSM-R.

Aktuální verze EIRENE specifikací jsou FRS 8.0.0 a SRS 16.0.0, které v rámci Správy železnic máme implementovány. Společně s těmito specifikacemi máme implementovanou verzi centrálních částí NSS23, což je nejnovější možná softwarová verze ústředny GSM-R.

## 3. FRMCS

FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) je budoucí náhrada digitálního rádiového systému GSM-R používaného na železniční dopravní cestě pro hlasovou a datovou komunikaci. Systém GSM-R je v dnešní době již na hranici životnosti (veřejní mobilní operátoři v současné době sítě GSM budují jen z principu a to společně s novými technologiemi) a má deklarovanou podporu výrobců (Unitel) do roku 2030. V roce 2010 vznikla na půdě UIC pracovní skupina zabývající se technologií, která by měla GSM-R v budoucnu nahradit. Postupem času se přešlo na řešení, kdy je vhodnější implementovat železniční požadavky a funkce přímo do nově vytvářených specifikací a tím i technologií, které budou vyráběny pro veřejné operátory a tím budou lépe dostupné. Tímto se mění původní myšlenka použitá při řešení známého z GSM-R a úpravy již stávajícího systému pro drážní potřeby. Z toho důvodu začala pracovní skupina UIC spolupracovat s ETSI [European Telecommunications Standards Institute) (Evropský institut pro telekomunikační standardy)] a 3GPP [3GPP – 3rd Generation Partnership Project (Partnerský projekt třetí generace)] na implementaci drážních funkcí do nově vznikající standardů rádiových sítí. Zde je UIC již několik let aktivní a má vyhrazené zaměstnance, které se tomuto tématu věnují a díky tomu pronikají drážní požadavky do mezinárodních specifikací. Specifikace FRMCS vychází ze známého standardu 5G a jen rozšiřuje možnosti této technologie.

### 3.1. UIC

V rámci UIC vznikají nové standardy a specifikace pro systém FRMCS, které jsou postupně zveřejňovány pro veřejnost a případné dodavatele. Na webových stránkách UIC <https://uic.org/rail-system/frmcs/> je možné dohledat platné a schválené specifikace, které vycházejí ze základního dokumentu požadavků:

- **User Requirements Specification v5.1** – specifikace popisující požadavky jednotlivých budoucích uživatelů systému FRMCS.

### 3.2. Přenosová síť pro FRMCS

Dle našich plánů bude přenosová síť budovaná pro ERTMS vhodná i pro FRMCS. FRMCS je technologie postavená již kompletně na architektuře IP a při náhradě GSM-R systémem FRMCS již nebude potřeba měnit přenosovou technologii. Z praxe již dnes vychází, že i veřejní operátoři instalující technologii 5G využívají přenosovou technologii IP/MPLS a z provozování technologie 5G nemají problém. Z tohoto důvodu bude již veškerá přenosová technologie pro GSM-R bude budována na technologii IP/MPLS.

### 3.3. ETCS

V rámci FRMCS se neřeší úpravy systému ETCS, ale jen dopady a potřeby na úpravy s ohledem na změny přenosové technologie (žádné vytáčené hovory, ale jen komunikace v IP prostředí). Z migračních scénářů vychází, že první krok pro migraci z GSM-R na FRMCS v rámci ETCS je potřeba implementovat přenos pro ETCS přes GPRS (ETCS over GPRS). Tímto krokem dojde k digitalizaci přenosových cest, které jsou prvním krokem k systému FRMCS. Bez tohoto kroku není doporučeno přecházet na FRMCS, protože nebude připravena a ověřena přenosová cesta v IP prostředí.

### 3.4. 5GRail

Z pohledu tvorby nových specifikací je největší pozornost věnována projektu 5GRail, který zajišťuje laboratorní, testovací a ověřovací kapacity pro FRMCS. Projekt je financován z evropských fondů a investic UIC ve spolupráci s dodavateli technologií FRMCS, univerzitami a zástupci infrastruktury.

Hlavním cílem 5GRAIL je proto ověřit první sadu specifikací FRMCS (také nazývaných FRMCS V1) a připravit novou verzi specifikací FRMCS V2. V rámci vývoje a testování prototypů ekosystému FRMCS, a to jak pro traťovou infrastrukturu, tak pro palubní zařízení. Pokud jde o palubní zařízení, tak si 5GRAIL klade za cíl snížit náklady na konkrétní zařízení a dobu potřebnou na instalaci tím, že spojí veškerou komunikaci na hnací vozidlo tím, že umožní modulární nastavení na palubě založené na standardizovaných rozhraních a to včetně hlavních komponent 5G, nazývaných TOBA (Telecom On-Board Architecture).

Prototypy byly testovány v simulovaných a reálných prostředích v laboratořích a v terénu se zaváděním v různých evropských lokalitách (Francie, Itálie, Španělsko a Německo), aby byly zajištěny shody a validace specifikací v rámci národních standardů největších infrastruktur v Evropě. Součástí projektu je ověření, že je možné uvedení produktů FRMCS na trh, které je plánované na rok 2026. UIC považuje výsledky 5GRAIL za klíčový milník globálního plánu vedoucího k průzkumu trhu ohledně připravenosti FRMCS pro železnice.

V rámci 5GRail probíhá také vývoj a výzkum nových čipsetů pro FRMCS, tak aby splňovali přidělené frekvence RMR (874,4-880,0 MHz a 919,4- 925,0 MHz, 1900-1910 MHz) a byla možnost využívání také infrastruktury veřejných operátorů. První prodejní vzorky čipsetů pro veřejné trhy by měly být v druhém pololetí 2026.

## **ASPEKTY IMPLEMENTACE FRMCS V PŘENOSOVÉ SÍTI**

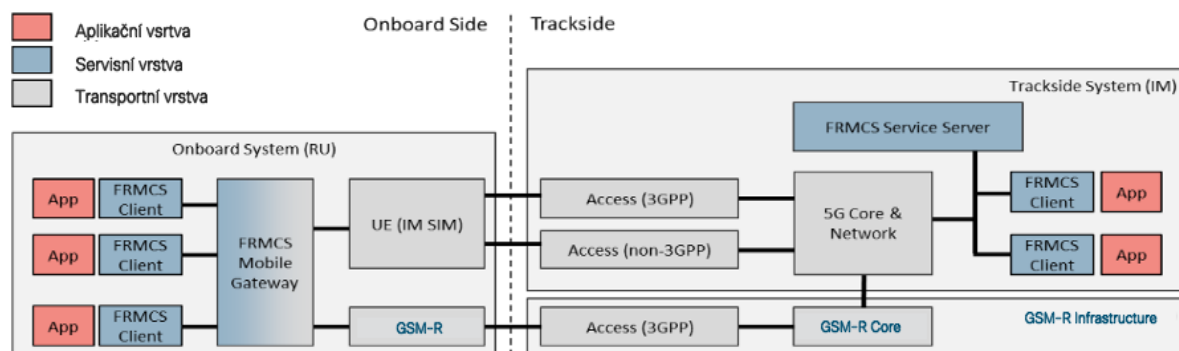
**Ing. Jiří Rott, Cisco Systems**  
**Ing. Martin Škvor, Clarystone**

Železnice v současnosti využívají pro provozní komunikaci systém GSM-R jako klíčovou součást evropského systému řízení železničního provozu ERTMS. GSM-R, navržený před více než 20 lety UIC a plně interoperabilní pro přechody přes hranice, je nasazen na více než 130 000 kilometrech tratí v Evropě a 210 000 kilometrech po celém světě. GSM-R podporuje strojvedoucího při signalizaci hlasové komunikace včetně nouzového volání (považovaného za nejlepší způsob, jak se vyhnout vlakové nehodě, když selžou ostatní systémy) a ETCS (European Train Control System).

Future Radio Mobile Communication System (FRMCS) je reaguje na dvě významné skutečnosti které mají klíčový význam pro budoucnost železnic:

- GSM-R je systém typu „2G“, u kterého výrobci oznámili, že zařízení GSM-R skončí svou životnost (kolem roku 2030) a bude podporováno přibližně do roku 2035.
- FRMCS je příležitostí, která má umožnit a podpořit digitalizaci železnic a potřebu přenášet, přijímat a využívat stále větší objemy dat, což je jádrem udržitelné dopravy

Vzhledem k potřebě dostatečného časového prostoru nejen pro standardizační práce, ale i pro procesy spojené s vlastní výstavbou, UIC zahájilo v roce 2018 projekt FRMCS. Na radiové komunikační vrstvě se opírá o technologii 5G bezdrátových sítí, která je koordinována organizací 3GPP. FRMCS je založen na 3GPP 5G (Release 17 a 18).



Obr. 1 – Celkové schéma architektury FRMCS

Mezi služby, které se neomezují jen na komunikaci s vozidlem, ale předpokládají i využití s pevnou částí infrastruktury, těžící z FRMCS jako komunikační digitalizační platformy patří například:

- Bezpečnostní kamery
- Rozšířený Wi-Fi přístup
- Řízení vlaků FRMCS
- Traťový přístup k firemním aplikacím
- Konektivita dronů pro traťové sledování a prediktivní údržbu
- Přesné polohování vlaku a dálkové ovládání
- Údržba rozšířené reality





## APLIKAČNÍ VRSTVA SYSTÉMU FRMCS

**Ing. Martin Bajer**  
**TTC MARCONI s.r.o.**

### 1. ÚVOD

Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) je celosvětový telekomunikační systém navržený UIC v úzké spolupráci s různými zúčastněnými stranami z odvětví železniční dopravy jako nástupce GSM-R, ale také jako klíčový faktor pro digitalizaci železniční dopravy.

V září 2023 byly oficiálně zveřejněny a vstoupil v účinnost nový balíček TSI 2023, který obsahuje standardy FRMCS ve verzi 1. Na základě této verze je FRMCS zakotven v legislativě jako nástupce GSM-R a umožněn tak bezrizikový rozvoj souvisejících systémů, např. ETCS. FRMCS verze 2 je očekáván v druhé polovině roku 2024, bude zaměřen na základní funkce ekvivalentní se systémem GSM-R a dovolí rozsáhlé testování v provozních podmínkách. Základní úroveň pro komerční zavádění bude definována ve verzi 3, která je plánována na rok 2027.

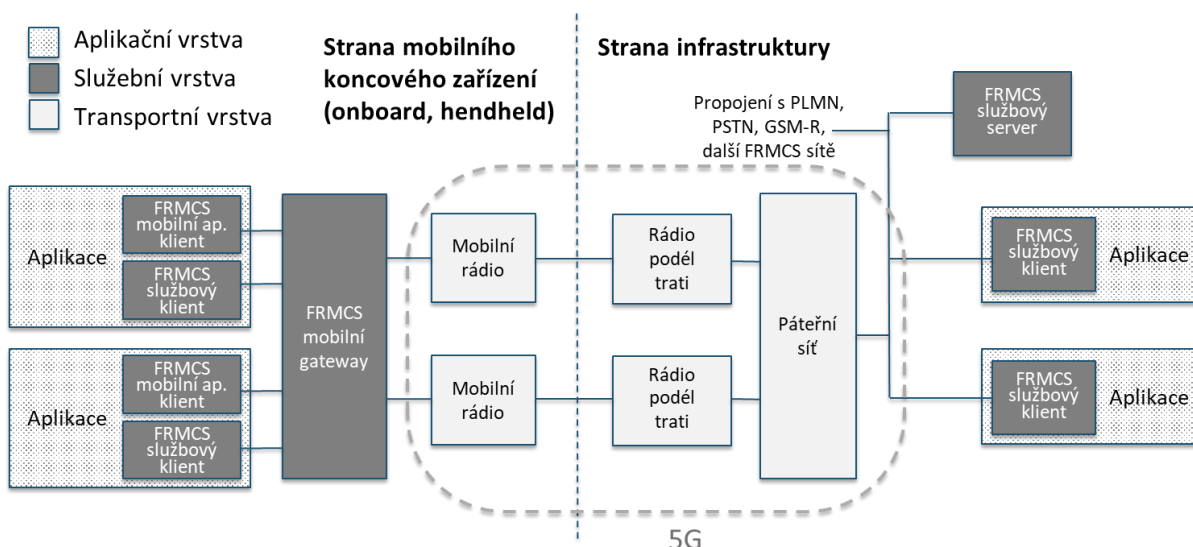
TTC MARCONI se aktivně účastní standardizace FRMCS v rámci svého členství ve sdružení evropských železničních dodavatelských společností UNIFE a jako jediný český zástupce v jeho výboru UNITEL, který se zaměřuje na vývoj a implementaci budoucího interoperabilního železničního komunikačního systému FRMCS.

### 2. ZÁKLADNÍ ARCHITEKTURA FRMCS

Architektura systému FRMCS je uvedena na obrázku č.1. V rámci modelu FRMCS jsou definovány tři základní vrstvy:

- Transportní vrstva
- Služební vrstva
- Aplikační vrstva

Transportní vrstva systému FRMCS poskytuje konektivitu na základě QoS (Quality of Service), je tvořena mobilní sítí páté generace 5G (oproti zastaralé mobilní síti druhé generace GSM), definovanou standardy 3GPP.



Obr.1 Architektura systému FRMCS (tight-coupled mód)

Služební vrstva zahrnuje funkce jako správa identit a rolí, funkce zabezpečení, služby správy relací a správu komunikačních skupin. Funkčnost služební vrstvy bude implementována prostřednictvím služeb Mission Critical (MCX), specifikovaných 3GPP nad rámec systému 5G.

Aplikační vrstva vychází z uživatelských požadavků systému FRMCS, zohledňuje ale i další požadavky na funkčnost ze strany uživatele. Samotná aplikace v sobě může zahrnovat i části FRMCS klienta (jak pevného, tak mobilního) a MCX klienta ze služební vrstvy pro kritickou komunikaci, tak další komunikační, procesní, lokační a jiné funkce.

### **3. SLUŽBY MISSION CRITICAL (MCX)**

Služby Mission Critical (MCX) jsou širokopásmové kritické komunikační aplikace na základní 4G a 5G infrastruktuře. Jejich cílem je zejména podpora ochrany veřejnosti a pomoc při mimořádných situacích a katastrofách. MCX aplikace využívají zejména policisté, hasiči, záchranné služby a provozovatelé kritické infrastruktury, kteří spoléhají na kritickou komunikaci.

Standardizace služeb MCX byla zahájena v roce 2013, jejím úkolem je definovat, vyvíjet a udržovat technické specifikace pro standardy služeb MCX včetně Mission Critical Push-To-Talk (MCPTT), Mission Critical Data (MCData) a Mission Critical Video (MCVideo).

Zatímco tradiční úzkopásmové technologie pozemního mobilního rádia (LMR), jako jsou systémy TETRA, DMR, P25 nebo TETRAPOL, byly schopny splnit požadavky na hlasové volání push-to-talk (PTT), nejsou schopny splnit rychle se měnící potřeby kritické komunikační infrastruktury. Patří mezi ně požadavky na interoperabilitu napříč různými komunikačními sítěmi, podporu multimediálních schopností a další vznikající komunikační potřeby. V důsledku toho se budoucnost kritické komunikace obrací na mobilní širokopásmové technologie, jako jsou 4G a 5G.

První globální standard MCPTT byl publikován v roce 2016 (Rel-13) a nadále se vyvíjí s 3GPP prostřednictvím vylepšení služeb v dalších verzích. Tyto standardy služeb MCX založených na 3GPP tvoří základ pro globální komerční zavádění celonárodního širokopásmového kritického komunikačního nasazování na světových trzích.

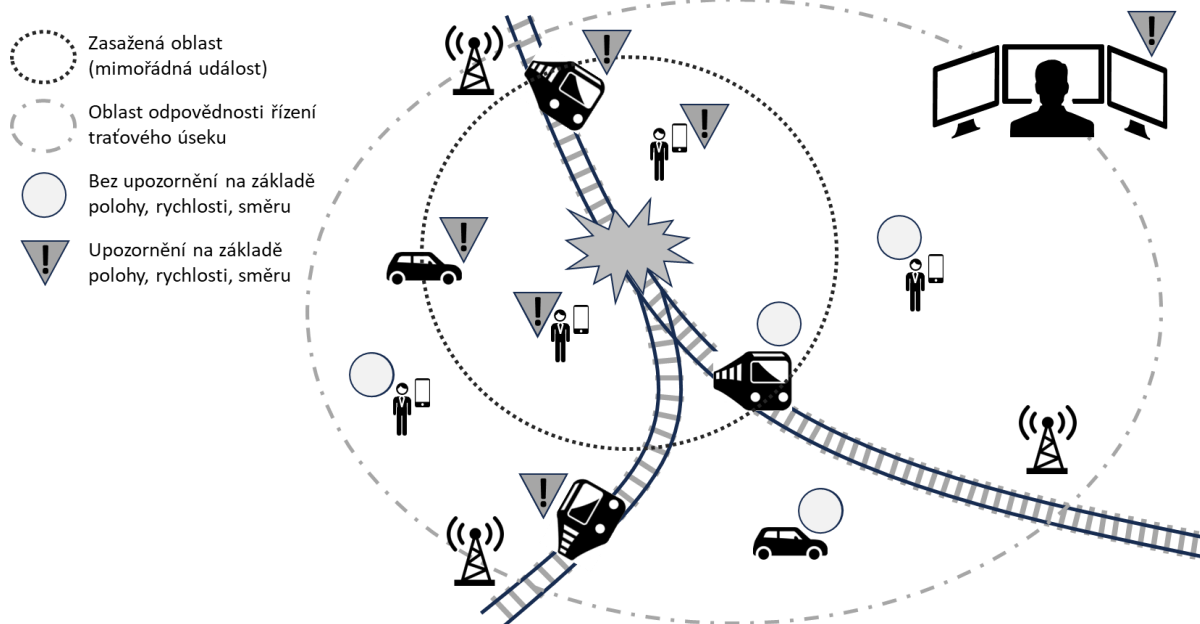
V železniční dopravě se MCX služby spolu s 5G sítí staly základem pro nový standard mobilní komunikace FRMCS, který nahrazuje zastaralý systém GSM-R.

### **4. FRMCS APLIKACE**

FRMCS umožní flexibilitu na aplikační úrovni pro aplikace, které nejsou kritické z hlediska interoperability.

Proto mohou být funkcionality FRMCS, vycházející z definovaných uživatelských požadavků, začleněny do stávajících technologií a případně kombinovány s dalšími systémy pro celkovou efektivitu a flexibilitu komunikace. Jedná se jak o komunikační dispečinky, tak pro klienty pro mobilní komunikační zařízení.

Komunikační scénáře vycházející z požadavků FRMCS se týkají jak přenosu hlasu, tak dat a videa. Velkou roli hrají informace o poloze, směru pohybu a rychlosti, na základě kterých se dynamicky vytvářejí komunikační skupiny pro efektivní řešení nastalých situací (příklad je na obrázku č.2).



Obr.2 - Příklad komunikačního scénáře

Implementace funkcionalit FRMCS je možné již nyní na základě definovaných uživatelských požadavků FRMCS (dokument „FRMCS user requirements“) a návazných specifikovaných případů použití (dokument „FRMCS use cases“). Příklad implementace komunikačního scénáře do dispečerského pracoviště je uveden na obrázku č.3.



Obr.3 - Příklad implementace FRMCS aplikace v dispečerském terminálu

Prohloubení standardů FRMCS ve V2, na které se aktuálně pracuje, již dovolí konkrétní implementace aplikací pro dispečerské systémy, hlasové aplikace, lokalizační funkce a přenos dat.

# **DIAGNOSTIKA A STAV MODERNÍCH RÁDIOVÝCH SYSTÉMŮ NA ŽELEZNICI**

**Ing. Petr Vítek  
Kontron Transportation s.r.o.**

## **1. ÚVOD**

V současné době zažíváme poprvé v historii bezdrátové profesionální komunikaci v rámci železničního prostředí reálné a obrovské výhody jednotného standardu. V současné době je jím rádiový systém GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway). Ten má zajišťovat veškerou rádiovou komunikaci a uživatelé mají výběr z celé řady dostupných koncových terminálů (vozidlové radiostanice, dispečerské terminály, modemy a další od různých firem). Vše začalo již v roce 1994, když byl vybrán systém GSM-R jako mezinárodní standard UIC. **Hlavním cílem bylo vytvoření jednotného celosvětového standardu pro veškerou rádiovou komunikaci na železnici.** A to se jednoznačně povedlo. Cesta ke skutečnému nasazení byla časově dlouhá – trvala v rychlejších případech 10 let a v pomalejších 20 let. Proč tedy dnes vůbec mluvit zase o změně? Důvodem ze strany správců jednotlivých infrastruktur je především „nezaspat“ do budoucna situaci, kdy bude pravděpodobně stávající telekomunikační standard GSM dosluhovat a bude čím dál tím složitější a nákladnější udržovat i systém GSM-R. Toto „dosluhování“ – odborně označované v IT světě jako EoL/EoS (End of Life / End of Support) je odborníky předpokládáno mezi lety 2030 a 2040. Toto byl také jeden z důvodů, proč mezinárodní železniční unie (UIC) podepsala s nejdůležitějšími dodavateli dohodu o minimální podpoře systému GSM-R minimálně do roku 2030. Tímto významným počinem získala UIC dostatečný časový prostor pro uvažování co dál. Jako první se velmi rychle zavrhl myšlenka použít systém LTE (tedy 4G), který v té době teprve začínal. Důvodem je jednoduše morální zastaralost systému LTE v době po roce 2030. Postupně se vyprofiloval jako nevhodnější nástupce další generace – tedy 5G, 5.5G, případně v budoucnosti i 6G. Jednoznačně jasným vítězem se však stal komunikační protokol na bázi IP. Hlavním cílem systému FRMCS je opět jednotný standard, tedy „update“ stávajícího systému GSM-R. Vedle tohoto hlavního cíle se dále mluví dalších výhodách budoucího standardu, a to je především výrazně rychlejší datové spojení.

## **2. JAK TO VŠECHNO ZAČALO**

Na začátku byl jednoznačný požadavek po standardu. Vše začalo již v roce 1994, když byl vybrán systém GSM-R jako mezinárodní standard UIC. Dnes se v Evropě jedná o povinný systém (z hlediska TSI), celosvětově však používaný ještě více než-li v Evropě. Toto obrovské rozšíření a jeho úspěch se však nezrodil jen tak. Vše začalo již v roce 1994, kdy byl zvolen GSM-R standard a dále v roce 1997, kdy bylo vytvořeno memorandum o porozumění (Memorandum of Understanding – MoU), které s UIC podepsalo 32 drážních společností, včetně státní organizace České dráhy, zastoupené dnes následnickými organizacemi – Českými drahami, a. s. (ČD) a státní organizací Správa železnic. Toto prohlášení deklarovalo dohodu o plné podpoře vývoje a posléze realizace profesionálního digitálního rádiového systému GSM-R v Evropě. Dalším krokem byla v roce 1999 dohoda o implementaci (Agreement on Implementation – AoI), kterou s UIC podepsalo 18 drážních společností včetně Českých drah. V této dohodě se členové zavázali začít s implementací systému GSM-R na hlavních transevropských koridorech (TEN-T, TERFN) nejpozději v roce 2003. Důležitým milníkem po desetiletých jednáních a aktivním lobování bylo vyhrazení části frekvenčního pásma GSM od organizace CEPT pro potřeby GSM-R. Vývoj implementace GSM-R si vyžádal v roce 1999 založení skupiny s označením ERIG (European Radio Implementation Group). Hlavním cílem této organizace je monitorovat situaci se zaváděním GSM-R, zajišťovat správu a aktualizaci technických specifikací a garantovat

zachování interoperability. Důležitým milníkem bylo i oficiální zařazení systému GSM-R do evropské směrnice pro interoperabilitu a TSI CCS (Technical Standards for Interoperability of Control Command and Signaling). GSM-R je součástí systému ERTMS (European Rail Traffic Management System). Z pohledu využití je systém ETCS (European Train Control System) jednou z možných aplikací systému GSM-R. V současnosti je v provozu více jak 100.000 traťových kilometrů systému GSM-R a každým rokem rapidně narůstá. O systému FRMCS se mluví již od roku 2012 jakožto o nástupci systému GSM-R. V současné době jsou k dispozici UR (User Requirements Specifications), které byly zpracovány a vydány v rámci UIC projektu. V současné době jsou aktivní v rámci příprav systému FRMCS především následující skupiny pod UIC:

- Steering Group – vede mezinárodní FRMCS strategii a plánování
- FRMCS Functionality Working Group (FWG) – zajišťuje propojení uživatelských potřeb a funkcionalit systému FRMCS
- FRMCS Architecture and Technology Group Working Group (ATWG) – stará se o technologii a architekturu
- UIC Group for Frequency Aspects (UGFA) – stará se o potřeby frekvenčního spektra

Vedle UR jsou neméně důležité základy standardu, kterými je pro ETSI - ETSI Technical Committee for Rail Telecommunications (ETSI TC-RT) a pro 3GPP 3rd Generation Partnership Project Technical Specifications Groups (3GPP TSG).

### **3. KONTRON TRANSPORTATION A FRMCS**

Společnost Kontron Transportation byla u zrodu standardu GSM-R a významně se na něm podílela. To samé je v současné době u systému FRMCS. Díky skutečnosti že Kontron Transportation se spoluúčastní přípravy standardu FRMCS, je toto velmi pozitivní především pro její stávající zákazníky. Již současné generace HW a SW jsou připravovány na budoucí nový standard. Ten se bude ještě v budoucnu upravovat a zlepšovat a to především na základě pilotních projektů, které budou ověřovat funkčnosti a možnosti v rámci reálného provozu. Na základě těchto zkušeností se bude v budoucnu pokračovat na implementaci systému FRMCS.

### **4. ČESKÁ REPUBLIKA A PRVNÍ KROKY K FRMCS – ANEB PROČ JE DŮLEŽITÉ BÝT V ČELE**

Systém GSM-R je neúspěšnější a nejrychleji se rozšiřující rádiový systém pro řízení provozu v drážním prostředí. I přesto se systém zaváděl do drážní, evropské a státní legislativy postupně více než 10 let a poté začalo masivní rozšiřování tohoto systému nejen v Evropě, ale i na jinde ve světě. V porovnání se situací ve veřejném sektoru – u soukromých mobilních operátorů je situace odlišná. Stejně jako veřejní operátoři stále zajišťují GSM komunikaci jako hlavní hlasové spojení a zatím zde odolává i technicky novější komunikaci, jako byla například UMTS (Universal Mobile Telecommunication System – tedy síť 3G), u datových spojení oproti tomu prožíváme doslova revoluci. Překotný vývoj nových technologií 3G (UMTS) a 4G (LTE) umožnila rostoucí potřeba koncových uživatelů přenášet stále více dat. S postupným nástupem nejnovější generace 5G a vyšším využíváním IP komunikace pro hlasové volání se předpokládá postupné utlumení hlasových spojení GSM. S každou novou generací je však zapotřebí změnit celou komunikační síť a především obměnit technologii. To je možné a jednoduché řešení u veřejných operátorů, ti propočítají svůj obchodní model a svoji síť si postupně přetvářejí a rozšiřují podle potřeb trhu.

Tento model však není možné uplatnit u vlastníků drážní infrastruktury. Zde se jedná převážně o státní organizace, jejichž účelem není maximalizovat zisk z drážní infrastruktury pro jejího majitele. Prioritní pro tyto organizace je zajištění dostupné kvalitní a především bezpečné infrastruktury, kterou mohou dopravci využívat. Prakticky žádná evropská

železniční infrastruktura není plně oddělena od okolních států. Toto platí především pro tranzitní země v centru Evropy, jako jsou například Česká republika, Slovensko, Rakousko a Švýcarsko. Ještě víc než v jiných oborech je nutné klást velký význam na jednotné prostředí a jednotnou komunikaci. V rámci Evropy se jedná především o splnění technických norem interoperability (česky „provozní propojitelnosti“) – neboli zkráceně TSI. To nám přináší velké výhody ve skutečnosti, že se nemusí vymýšlet nebo kopírovat něco nového. V rámci Evropy proto z hlediska rádiového přenosu platí v železničním prostředí povinnost stavět a používat systém GSM-R. Lze používat koncové terminály bez jakýchkoliv omezení a všude fungují stejně. Nevýhodou je v některých případech, že nelze nasadit „supermoderní“ lokální systém, který by se někomu líbil. V rámci této logiky je nutné každou větší změnu nejprve domluvit na evropské úrovni a až poté ji lze aplikovat. U menších změn, jako jsou například národní aplikace, u Správy železnic je to například dálkové zastavení vlaku prostřednictvím rádiového systému GSM-R, lze toto jednoduše aplikovat v rámci vyhrazeného prostoru v EIRENE specifikacích. V případě datových rádiových spojení bylo větší změnou zavedení funkce „GPRS pro ETCS“, kde to trvalo cca 5 let od jejího představení po zavedení do evropských specifikací jak pro GSM-R, tak i pro ETCS. V České republice již bez velké mediální propagace postupně implementace systému FRMCS. Jedním z nich je například používání nejnovější softwarové verze pro centrální systému, označované jako NSS23, který podporuje plnou IP komunikaci a umožňuje využít nových dispečerských systémů (označovaných jako MCX). Dalším krokem je aktivní podpora IP protokolu pro napojení na základnové stanice BTS-R. Jednou z nejdůležitějších skutečností je i možnost provozovat systém GSM-R a FRMCS současně na stejném traťovém úseku. Je to dáno především z důvodu evropské podpory pro tzv. funkce „White space“ – tedy společné využití celého přiděleného pásma 900 MHz – současně pro GSM-R a FRMCS. V rámci standardů je pro GSM-R systém vyčleněno frekvenční pásmo 876 - 880/921-925 MHz a pro FRMCS 918.4-925 MHz + 1900-1910 MHz.

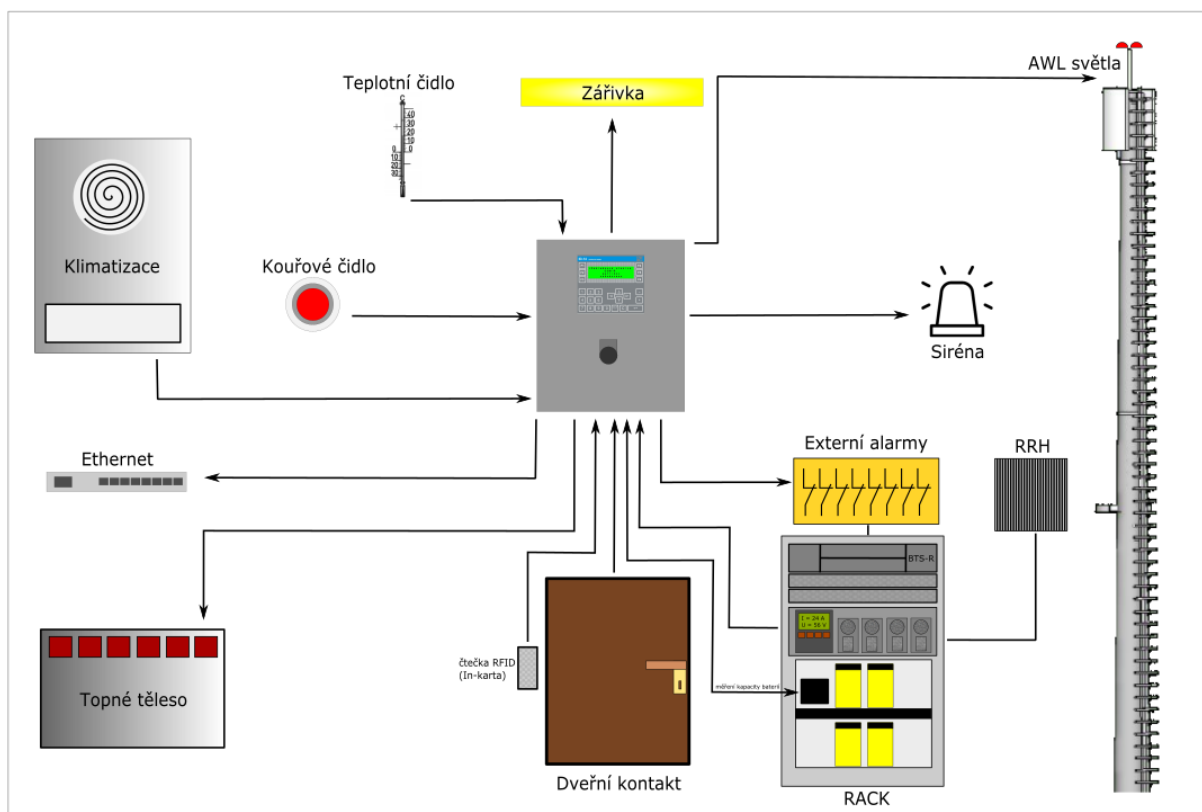
## **5. GSM-R SMART HOUSE – INTELIGENTNÍ ŘÍZENÍ, DIAGNOSTIKA A DOHLEDOVÝ SYSTÉM**

Inteligentní řídicí jednotka systému GSM-R Smart House je navržena za účelem snadného a přehledného ovládání a monitorování technologického objektu. Za účelem řízení je nainstalováno PLC, které komunikuje s periferními zařízeními a vhodně reaguje na provozní stavy. Mezi běžně používaná periferní zařízení a čidla patří výstražná světla pro varování letadel, snímače osvětlení, řízení klimatizace, topení, teplotní čidla, monitorování dveřního kontaktu, vnitřní osvětlení, požární čidlo a siréna. PLC tedy v sobě sdružuje funkci zabezpečovací jednotky, systém řízení teploty a vzdáleného monitoringu instalovaných technologií. Za účelem vzdálené správy a dohledu nad technologií je PLC vybaveno ethernet rozhraním s protokolem TCP/IP. Důležité informace a stavy jsou zpřístupněny k nastavení a dohledu přes integrovaný webový server, který je dostupný běžným webovým prohlížečem pod IP adresou PLC.

Vzdálená správa má nespornou výhodu v nižších nákladech na výjezdy školených techniků, neboť lze vzdáleně zjistit typ poruchy nebo havarijního stavu a adekvátně reagovat. PLC je také vybaveno externími výstupy alarmů, které je možno v případě potřeby přivést na vstupy alarmů BTS a integrovat je tak do stávajícího dohledu nad GSM-R sítí.

## 6. VZDÁLENÁ SPRÁVA (WEB)

K inteligentnímu PLC se lze, díky vestavěnému WEB serveru, připojit vzdáleně. Po zadání IP adresy PLC do navigačního řádku prohlížeče je vyvolán přihlašovací dialog. Po zadání platného hesla se nám ukáže hlavní obrazovka.

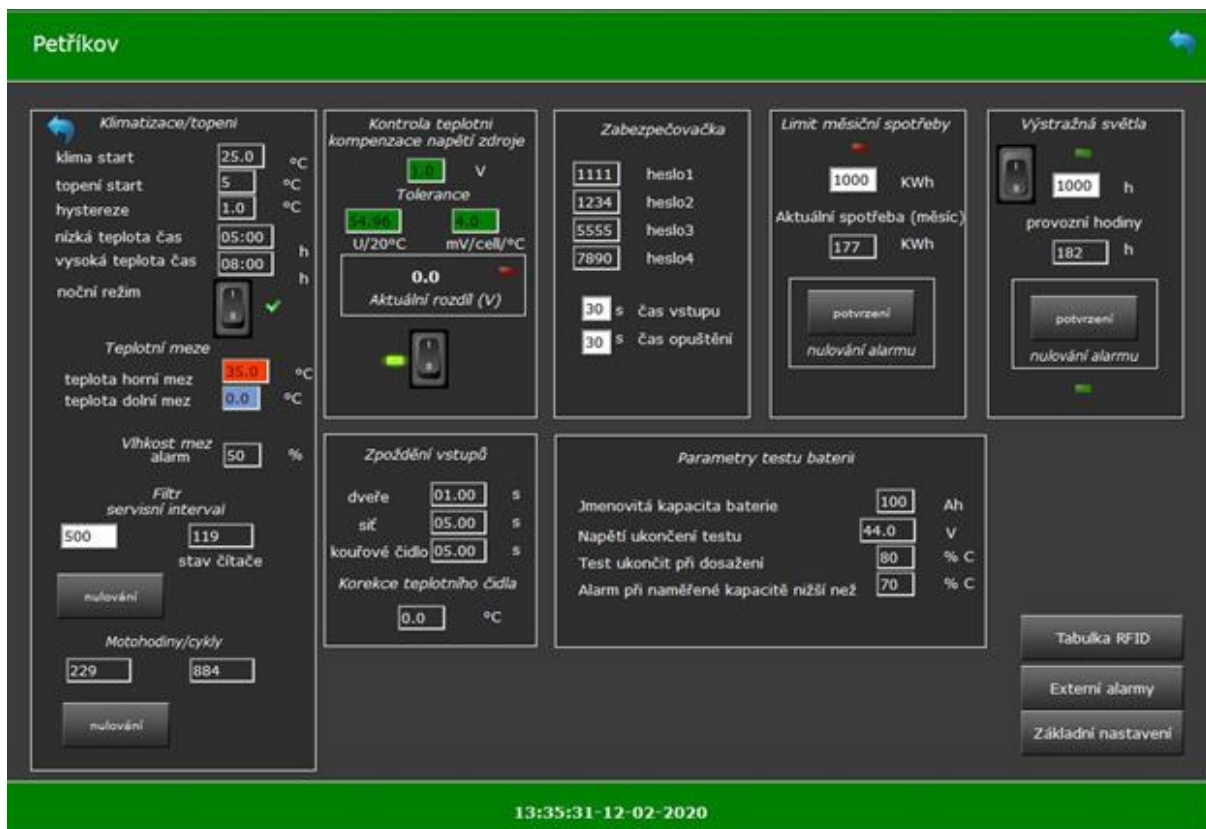
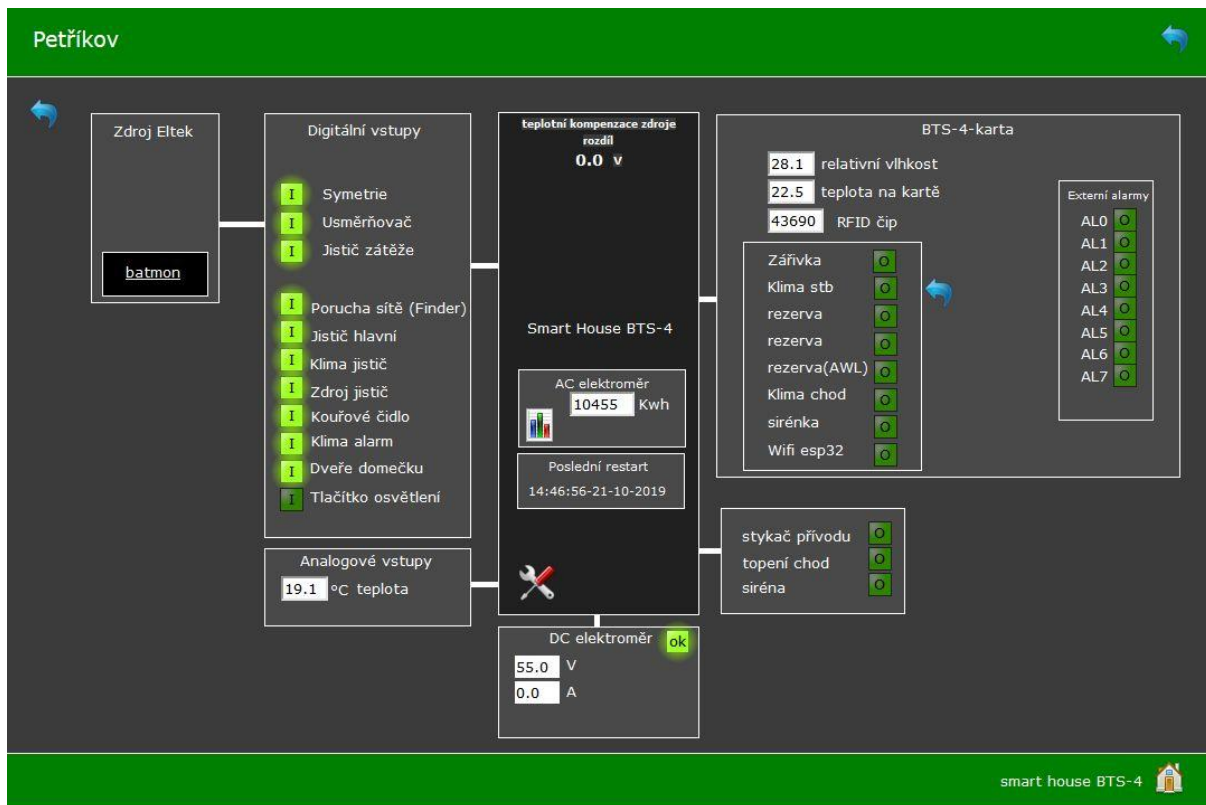


Na hlavní obrazovce je v levé části zobrazen infopanel pro rychlou orientaci o aktuálním stavu technologického domečku.

V pravé části je panel s odkazy na jednotlivé obrazovky dohledu

- Lokalita - zobrazí mapu s vyznačením lokality základnové stanice
- Energie - zobrazí graf spotřeby elektrické energie v aktuálním roce
- Bateriový test - zobrazuje výsledek bateriového testu
- Nastavení - zobrazuje stránku s nastavením parametrů technologického domku
- Zabezpečovací technologie - umožňuje dálkové ovládání zabezpečovacího zařízení domečku
- Poruchy - zobrazí aktuální poruchy
- Události - zobrazí aktuální události
- Historie - zobrazí historii poruch a událostí

Jako příklady zobrazení jsou dále zobrazeny 2 ovládací obrazovky – a to monitorování a nastavení jednotlivých parametrů:





## **7. ZÁVĚR**

Mezinárodní rádiový standard GSM-R je v současné době na železnici prakticky všude. Všechna nová vozidla jsou automaticky vybavena vozidlovou radiostanicí GSM-R. Provozovatelé a dopravci mají u rádiového standardu jistotu, že bude fungovat všude, kde je používán. V současné době jsme svědky obrovského úspěchu komunikací technologie GSM-R, která byla vytvořena evropskými technologickými společnostmi v úzké spolupráci s drážními společnostmi na základě jejich skutečných provozních potřeb a požadavků. Technologický systém funguje a je plně připraven pro využití v blízké a středně vzdálené budoucnosti. Nadčasově byla do systému zařazena i možnost národních aplikací, které se v současné době osvědčují a využívají i v ČR. Všechny nové technologické celky systému GSM-R se připravují i na postupnou evoluci. Podpora datových přenosů GPRS pro ETCS se stává nedílnou součástí postupného jednoduchého a cenově nenáročného přechodu k paketové komunikaci. Dalším krokem bude nasazování budoucího širokopásmového systému FRMCS a návaznost na další aplikace, jako je ETCS, ATO (Automatic train operation), případně další. Nesmí se však opomenout i skutečnost, že po dlouhou dobu budou vedle sebe a společně fungovat oba systémy GSM-R i FRMCS. Inteligentní technologický objekt představuje velmi důležité řešení pro umístění GSM-R technologie. Kontrolu technologického objektu umožňuje Inteligentní řídicí jednotka, která dokáže sama napravovat chyby nebo nevhodné postupy způsobené lidským faktorem.

# **ZMĚNA MANUÁLU**

## **A POPIS SDĚLOVACÍHO ZAŘÍZENÍ NA VRT**

**Ing. Jiří Kapička**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

### **1. ÚVOD**

#### **1.1. Milník v plánování VRT**

##### **Rok 2019 a podpis smlouvy se SNCF**

V roce 2019 Správa železnic (tehdy ještě Správa železniční dopravní cesty) podepsala s francouzskou stranou SNCF spolupráci ohledně přípravy a projektování VRT. Jelikož manuál VRT je důvěrný dokument, jsou některé informace neveřejné. Z tohoto důvodu nejsou zveřejněny nebo je použit obecný výraz.

### **2. MANUÁL PRO PROJEKTOVÁNÍ VE STUPNI DÚR**

#### **2.1. Popis sdělovacího zařízení**

Sdělovací zařízení pro plánované vysokorychlostní tratě se výbavou technologiemi nebude lišit oproti konvenčním tratím. U VRT je z pohledu sdělovacího zařízení kladen větší důraz na zálohování/redundanci. Systémy jsou dimenzovány na vyšší kapacitu, než je (stávající) potřeba, a to zejména z důvodu jejich spolehlivosti, dostupnosti a vývoje technologií v horizontu 30 let.

#### **2.2. Kabelizace**

Optická kabelizace bude uložena ve standardních HDPE trubkách (40/33 mm) v povrchových betonových žlabech po obou stranách tratě. Proč do do betonových žlabů? Celá VRT bude oplocena bez možnosti přístupu civilním osobám, pro budoucí doplňování kabelizace a pro snazší přístup pracovníků údržby. Předpokládá se, že jedna strana bude provozní, druhá bude sloužit jako záložní. Na každé straně VRT tratě se předpokládá místo až pro 5 trubek (3x SŽ, 2x pro další subjekty).

##### **Předpokládány počet kabelů**

- 1x Super dlouhý DOK - Super dlouhý DOK slouží k zaokruhování celé VRT, případně i konvenční tratě.
- 1x DOK
- 1x TOK
- 1x TOK (záložní pro GSM-R)

#### **2.3. Přenosový systém**

Přenosové systémy (MPLS, DWDM) budou fyzicky odděleny a nesmí být společně v jedné místnosti. Napájení přenosového systému musí být zálohováno bateriemi pro alespoň 6 hodin provozu.

## 2.4. GSM-R

Jedná se o hlasovou a datovou komunikaci pro potřeby železnice. Na VRT bude výhradní provoz zabezpečovacího systému ETCS a podmínkou pro provoz na VRT bude výstavba GSM-R/ FRMCS. Momentálně se musí navrhovat GSM-R, protože nejsou specifikace na FRMCS. Veškeré rádiové pokrytí bude dle mezinárodního standardu EIRENE. Požadavek na GSM-R na VRT je v provedení tzv. „dual coverage“ tj. zdvojená technologie, a to primárně z důvodu provozní spolehlivosti a dostupnosti.

Úrovně pokrytí dle UIC EIRENE:

- Pokrytí s pravděpodobností 95 % pro tratě s ETCS s rychlostí nad 280 km/h (-92dBm).
- Pokrytí signálem GSM-R také technologické budovy a okolí pro udržující zaměstnance (-98 dBm)
- Pokrytí i přípojných tratí (vstupy na VRT).

### BTS

Součástí BTS bude jeden stožár pro jednu/ dvě BTS. Na stožáru budou dva anténní systémy – provedení dual coverage. Vybrané stožáry musí být dimenzovány s rezervou pro umístění technologií veřejného operátora, pro lepší pokrytí tratě komerčním signálem GSM.

## 2.5. Technologické objekty

Každou technologická místnost na VRT bude standardizována a stavebně připravena na budoucí rozšíření o nové technologie. Dimenzováno na určitý počet 19" racků včetně rezervy.

## 2.6. Tunely a pokrytí signálem GSM-R

Kratší tunely (do 1 km) bude možné pokrývat pomocí antén/ opakovačů, delší pouze pomocí vyzařovacího kabelu (GSM-R (FRMCS) + záloha, IZS (technologie Tetra), veřejný operátor). Všechny kabely musí být oddělené a stavebně připravené už při realizaci tunelu.

## 3. ZMĚNA MANUÁLU VRT

Během podzimu 2023 plánujeme společně se SSVRT provést úpravu manuálu VRT pro projektování ve stupni DÚR. Provedené změny v manuálu vycházejí z poznatků od kolegů ze SNCF, prvních poznatků při projektování VRT a změny koncepce.

## 4. BUDOUCNOST

Přípravy vysokorychlostních tratí bude zaměřena v dalších stupních zejména na efektivitu, udržitelnost a technologické inovace, aby bylo možné nabídnout rychlou, spolehlivou a udržitelnou formu dopravy nejen pro budoucí generace. Jak bude příprava pokračovat, tak bude potřeba i doplňovat a aktualizovat manuál pro VRT.

## **IOT & BEZPEČNOST V ŽELEZNICI**

**Vojtěch Richter**  
**TTC MARCONI s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

Základními motivacemi automatizace a digitalizace železničních systémů je zvýšit efektivitu, spolehlivost a bezpečnost v provozu železniční sítě. Efektivitu v rámci maximálního využití železniční dopravní cesty, skrze minimalizaci mezer mezi jedoucími soupravami za předpokladu dodržení bezpečné vzdálenosti určené k zastavení. Efektivním využití tratě můžeme snížit také spotřebu energie a samozřejmě snížit tak čas potřebný pro přepravu cestujících mezi stanicemi. Železniční systémy musejí být redundantní aby byla zajištěna funkce i při výpadku jednoho ze systémů a tak zajištěna vysoká dostupnost všech systému na které se v rámci digitalizace železniční sítě spoléháme. Díky digitalizaci, můžeme data, která z železniční sítě získáváme využít k zvýšení kvality poskytovaných služeb cestujícím pro přesnější informování ohledně polohy vlaku, příjezdu a odjezdu v reálném čase, ale i interakci s pasažéry skrze navigaci k nástupišti, místu k sezení ve vlaku, nebo například poskytnutí připojení k internetu. Nesmíme zapomenout na bezpečnost, jelikož železniční doprava je součástí kritické infrastruktury musíme dodržovat standardy, regulace a předpisy, které mají zajistit bezpečnost pro pracovníky železnice/dopravců, cestujících a veřejnosti v okolí železnic.

### **2. TRANSPORTNÍ SÍŤ**

Abychom splňovali všechny nové nároky na železniční dopravu musíme být schopni zajistit správou podporu na úrovni transportní datové sítě, přes kterou provádíme ovládání/automatizaci železničních systémů, sbíráme data ze souprav, zabezpečovacích/informačních systémů a dalších senzorů/zařízení.

Privátní MPLS (Multi Protocol Label Switching) síť je základ pro přenos dat různých technologií ale i základ pro zajištění segmentace a bezpečnosti v rámci L3VPN funkce. MPLS síť musejí adoptovat nové mechanismy pro zajištění vysoké dostupnosti, kvality služeb & monitoringu tak, aby zajistily dostatečnou podporu pro nové mechanismy a aplikace, jako je i například IP FRMCS (Future Railway Mobile Communication System), který má za úkol nahradit stávající PDH GSM-R systém. Z hlediska transportní sítě, síť uvnitř vlakové soupravy (OBN – On Board Network) a FRMCS nás zajímají hlavně 3 funkce:

- a) Vysoká dostupnost – síť a prvky uvnitř vlakové soupravy (OBN) by měli být nejlépe redundantní a zajišťovat bezztrátový přenos na úrovni L2 například pomocí mechanismů PRP nebo HSR. Koncové prvky by měli být nejlépe připojeny do obou sítí a kontrolovat jaká z nich je dostupná (master-slave režim). Na L3 úrovni musíme zajistit HA na úrovni FRMCS brány (FHRP) a také na úrovni bezdrátového přenosu mezi soupravou a infrastrukturou okolo tratě, pomocí dohlížení přenosových síťových parametrů a aktivním vyhodnocování. Bezdrátová technologie musí být připojena do transportní sítě na několika místech (~60-100km) tak aby, byla zajištěna co nejnižší latence do distribuovaných výpočetních lokalit, určené k řízení a supervize vlakové soupravy v daném úseku. Na backbone (MPLS) úrovni zajistíme vysokou dostupnost redundantním připojením bezdrátové sítě a vystavením nezávislých cest do výpočetních center FRMCS například pomocí technologie „SR-TE PCE Disjoint Path“ v případě kdy vyžadujeme active-active řešení s maximální kontrolou přenosové cesty, nebo zálohu pomocí vystavení záložních tras, například pomocí „SR TI-LFA“ funkce, pokud vystačíme s konvergencí přenosové cesty do 50ms. Zajistit rychlou konvergenci sítě musíme i na úrovni L3VPN služby v případě výpadku připojení mezi bezdrátovou technologií a backbone, například pomocí L3VPN ECMP (active-active), nebo pomocí BGP-PIC Edge v případě active-standby řešení, tak aby v případě

výpadku na jakékoliv úrovni, vždy existovala validní cesta skrze datovou síť a naše systémy pro řízení a supervizi vlaku tak měli vždy validní komunikační trasu.

- b) Kvalita Služeb – pro zajištění prioritního odbavení komunikace určené pro supervizi a ovládání vlaku (ATP, ETCS, ATS) musíme implementovat skrz celou síť (OBN, wireless-radio, Backbone - MPLS) mechanismy QoS (Quality of Service). QoS nám zajistí prioritní odbavení provozu pro řízení vlakové soupravy a jeho doručení s co nejnižší latencí a co možná s nejméně konstantním „jitterem“ (variací zpoždění). Pomocí QoS zároveň garantujeme šířku pásma pro ovládací protokoly dle potřeby, abychom vždy garantovali jejich bezztrátový end-to-end přenos.
- c) Monitoring & OAM – nesmíme zapomenout na aktivní monitoring služeb a jejich parametrů (loss, latency, jitter), tak abychom o případném problému v síti věděli co nejdříve a byly schopni ho proaktivně řešit. Monitoring zajišťujeme dohlížením na úrovni jednotlivých infrastrukturních zařízeních a jejich kondice přenosu dat, ale i aktivním měřením SLA na jednotlivých službách uvnitř MPLS sítě a jejich end-to-end parametrů.

### 3. BEZPEČNOST

V rámci integrace nových funkcí do sítě, nesmíme zapomenout i na integraci bezpečnostních funkcí a zařízení. Nechceme aby nám technologie pro ovládání a supervizi vlaku mohl někdo napadnout a odstavit, nebo hůře zneužít, musíme zajistit takovou kontrolu aby se nemohl připojit neautentizovaný uživatel / zařízení a přistupovat na technologická zařízení, chceme jasně definované segmenty a komunikační schémata pro řízení bezpečnosti v takové síti. Bezpečnost se nemusí týkat pouze kybernetické části, ale také integrace nových bezpečnostních zařízení za účelem fyzické bezpečnosti a kontroly jako jsou kamerové systémy, fyzické systémy omezující přístup (čtečky, elektronické zámky, fyzické senzory určené pro ochranu před vstupem ...).

Pomocí vybudování regionálních technologických DMZ, můžeme zajistit řízení přístupu uživatelů k jednotlivým technologickým systémům v rámci vybudování „hop-server“ řešení s předdefinovaným uživatelským rozhraním a nástroji, které může daný technolog využít. Doporučená je integrace hop-server řešení s identity firewall řešením a zajištění tak přenosu identity z hop-serveru na DMZ Firewall, který vynutí aby identita na základě atributů v technologickém IDM, mohla přistupovat pouze na systémy pomocí předdefinovaných protokolů, ke kterým má oprávnění. V těchto DMZ zároveň můžeme vybudovat výpočetní centra pro koncentraci dat a zajištění předzpracování před vlastním zasláním do centrálních DC (Data Center). Tímto zajistíme optimalizaci přenosu dat z hlediska požadované šířky pásma, také přesněji řízenou distribuci dat a můžeme omezit přístup k těmto datům. Pro zvýšenou kontrolu komunikace do technologické DMZ můžeme využívat rozšířených firewall funkcí jako je například IDS/IPS, TLS proxy, kontrola přenášených souborů nebo přesná kontrola a rozpoznání komunikujících aplikací.

Zabezpečení na úrovni přístupu do technologické sítě, musíme řešit nejen v jejich centrech a uzlech propojení mezi IT a OT sítí, ale také na přístupové úrovni do této technologické sítě (přístupové prepínače, LAN ...) na základě identity. Technologické uživatele jsme schopni rozpoznat na úrovni jejich ID/username, ale u technologických zařízení, které nejsou přímo uživateli obsluhovány musíme využít jiných mechanismů pro zjištění jejich identity. Vhodnými mechanismy mohou být autentizace pomocí X.509 certifikátů (EAP-TLS), ale ne všechny technologické zařízení podporují tyto nové principy jako je dot1x. Zde musíme využít rozpoznání jejich chování, protože i to unikátně identifikuje zařízení v síti. Pro rozpoznání technologického zařízení může využít kombinaci rozpoznání MAC Adresy (MAB) a jejich profilu – jak zařízení komunikují / jakými protokoly a jak se chovají v síti, případně co o nich zjistí další systémy, které můžeme na profilovací systémy integrovat a využít tak data z sond / flow analyzátorů k řízení přístupu technologických zařízení do datové sítě.

#### **4. ZÁVĚR**

Integrace nových technologií pro zajištění automatizace a digitalizace železnice nás neustále nutí integrovat nové funkce do naší datové přenosové infrastruktury, abychom byly schopni zajistit požadované služby pro nové aplikace a systémy. Tyto služby se hlavně týkají zajištění vysoké dostupnosti end-to-end mezi koncovými aplikacemi, za předpokladu garance kvality služeb a dohledu jejich síťových parametrů. Spolu s integrací nových funkcí, musíme řešit zabezpečení technologické sítě, tak aby nemohla být jednoduše zneužita k napadení kritických systémů a plnila bezpečností regulace a standardy. Síť musí být zabezpečena tak abychom mohli jednoduše regulovat komunikace uvnitř takovéto sítě a spravovat přístup uživatelů / technologických systémů do datové sítě.

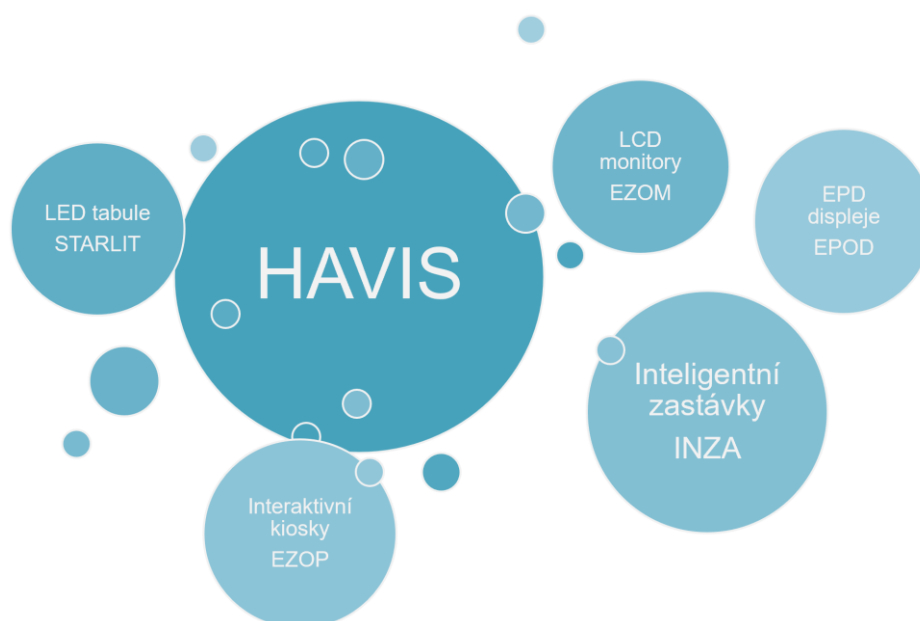
## **ZOBRAZOVAČE PRO ISC Z PRODUKCE FIRMY STARMON**

**Ing. Ondřej Kovář, Ing. Pavel Ryšávka  
STARMON s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

V období posledních pěti let firma STARMON s.r.o. intenzivně pracovala na rozšíření a vývoji svého informačního systému pro cestující. Díky tomu dnes disponuje vizuálním informačním systémem, který dokáže kompletně nabízet ze své produkce, včetně řídicí softwarové části i koncových informačních prvků. Naši pracovníci do vývoje vložili své téměř 30leté zkušenosti s projektováním, instalací a údržbou takových zařízení a vytvořili tím komplexní produkt orientovaný nejen na zákazníka, ale také na investora a jeho potřeby při provozování takového systému.

Poslední součástí ISC, kterou firma STARMON začlenila do svého portfolia, jsou velkoplošné zobrazovací tabule STARLIT, které respektují požadavky předpisů Správy železnic a poslední trendy vývoje v oblasti velkoplošných zobrazovačů. Tyto výrobky jsou přizpůsobeny potřebám udržujících pracovníků a zohledňují také vysoké nároky na funkčnost a design.



Obr. č. 1 - Sortiment prvků informačního systému HAVIS III firmy STARMON s.r.o.

### **2. ŘÍDÍCÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM HAVIS III**

Jedná se o moderní informační systém pro cestující, který je primárně navržen pro řízení úseků, nebo celých tratí. Tím, že je vlak sledován v celém řízeném úseku (trati), je obsluha efektivní, přehledná a časově méně náročná oproti starším systémům. Při napojení na provozní aplikace s vazbou na zabezpečovací zařízení (dále jen PAVZZ) umožňuje automatický provoz, kdy obsluha provádí pouze vizuální kontrolu funkce systému. Dále umožňuje centrální správu a konfiguraci jednotlivých konkrétních instalací systému HAVIS (vzdálená centrální správa SW, jízdních řádů, hlášení, číselníků, mimořádností a podobně).

**STARMON HAVIS III** Posun Nastavení úterý, 28. listopad 2017 11:55:17

Slatiňany Chrust u Chrudimi Žďárec u Skutče

Odjezdový panel Přijezdový panel Nástupišťe 1/1

Typ vlaku	Číslo vlaku	Dopravce	Konečná stanice	Směr	Prav. odjezd	Nást. kolej	Zpoždění
Os	5335	ČD	Hlinsko v Čechách		12:05	1/1	
Os	5355	ČD	Borová u Poličky		12:53		
R	5307	ČD	Havlíčkův Brod		13:26		
EC	5344	ČD	Pardubice hl.n.		13:42		

Info: se za zpoždění vlaku, které je způsobeno povětrnostními podmínkami. Děkujeme za pochopení \*\*\*

druh	číslo	název	dopravce	aktuální stanice	příjezd	kol.	zp.	odjezd	kol.	zp.	hlášení
+	Os	5342/2	České dráhy, a...	Žďárec u Skutče	08:07:00			08:08:00			
+	Os	5303/3	České dráhy, a...	Slatiňany	08:14:00			08:14:30			
+	Os	5306/6	České dráhy, a...	Žďárec u Skutče	09:20:00			09:21:00			
+	Os	5305/5	České dráhy, a...	Slatiňany	10:15:00			10:15:30			
+	Os	5308/8	České dráhy, a...	Žďárec u Skutče	11:19:00			11:19:30			
-	Os	5335/5	České dráhy, a...	Slatiňany	12:04:00	1/1/10		12:05:00	1/1/10		

Trasa vlaku: Pardubice hl.n., Pardubice-Ros.n.Lab., Černjachovsk, Staré Jesenčany, Medlešice, Chrudimastávka z, Chrudim, Slatiňany, Zaječice, Chrust u Chrudimi, Horka u Chrudimi, Vrbatův Kostelec, Prosetín, Žďárec u Skutče, Skuteč, Dřochov.

Info: 0 Chyby: 0

Obr. č. 2 - Informační systém HAVIS III.

### 3. POPIS SYSTÉMU

Architektura je založená na modelu klient-server. Data a veškerá funkční logika systému jsou soustředěna na serveru. Server pomocí komunikačních modulů řídí jednotlivá periferní zařízení jako jsou hlasové ústředny, informační tabule, displeje a další koncová zařízení. Komunikace mezi serverem a komunikačními moduly probíhá pomocí jednotného komunikačního protokolu založeného na TCP/IP socketech. Obdobně je řešena architektura pro řízení z centrálních dispečerských pracovišť (CDP) a pohotovostních pracovišť výpravčích (PPV). Komunikační moduly tvoří rozhraní konkrétních periferních zařízení. Díky této koncepci je systém poměrně jednoduše rozšiřitelný o nová periferní zařízení.

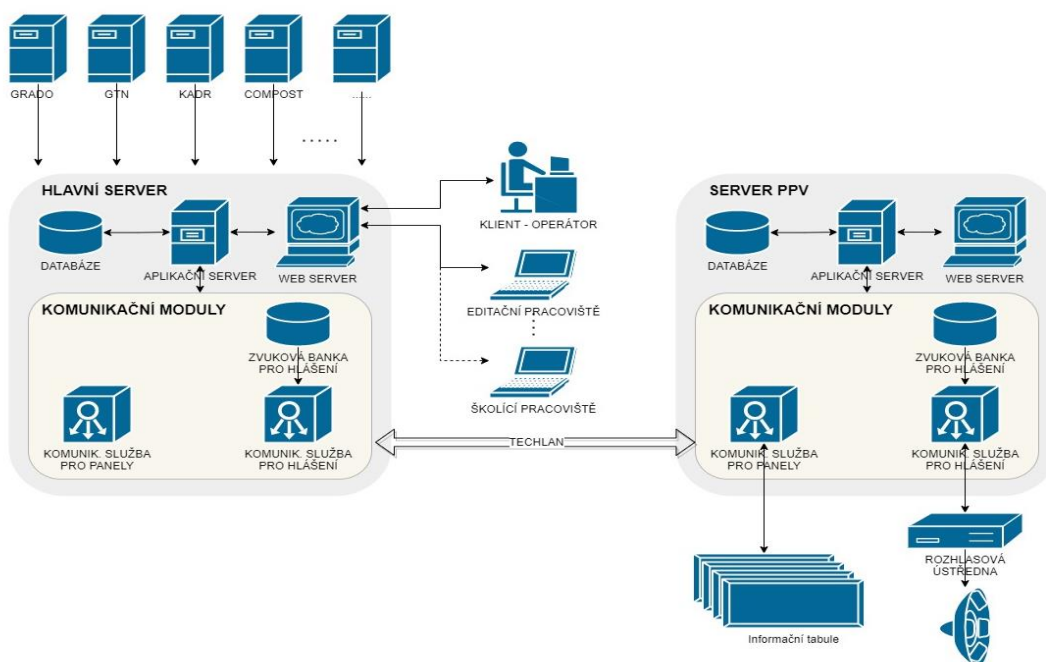
### 4. VLASTNOSTI SYSTÉMU

Operátor se k serveru připojuje prostřednictvím webového prohlížeče z libovolného PC. Uživatel se autentizuje přihlašovacím jménem a heslem a na základě toho, mu jsou zpřístupněny povolené funkce, respektive obrazovky. Příkazy pro informování cestujících lze poté spouštět manuálně z grafického prostředí, případně je možné zapnout automatický režim s využitím informací ze systémů PAVZZ (GRADO, GTN), jsou-li k dispozici.

Veškeré akce a operace (ať už zadané obsluhou, nebo automaticky vykonané systémem) jsou ukládány do zápisníku, ze kterého lze poté zpětně zjistit a doložit, co se v daný okamžik hlásilo, zobrazovalo na informačních tabulích a proč (jaké zásahy obsluhy tomu předcházely).

Systém HAVIS posílá aktuální obrazy (ať už virtuálních, nebo skutečných) odjezdových tabulí ze všech řízených stanic a zastávek do dalších navazujících systémů.

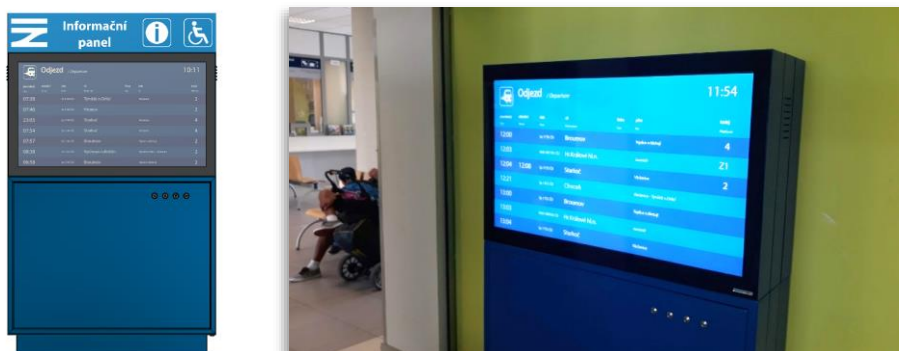




Obr. č. 3 - Blokové schéma ISC HAVIS III.

## 5. KONCOVÁ ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

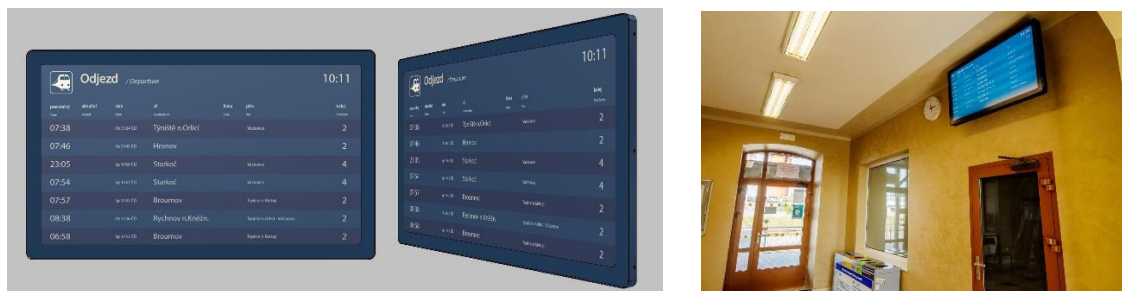
Podporovány jsou různé technologie zobrazovačů od LED tabulí, přes LCD-TFT displeje až po elektronický papír EPD v různých variantách využití – odjezdové a příjezdové tabule, nástupištní tabule, přestupní monitory, interaktivní kiosky nebo inteligentní zastávky. Firma STARMON s.r.o. vyrábí vlastní zobrazovače podle požadavků a specifikací zadavatelů, v převážné většině pro Správu železnic s.o.



Obr. č. 4 - Informační panel EZOP – 3D vizualizace, instalace žst. Náchod.

### Elektronický zobrazovací panel EZOP

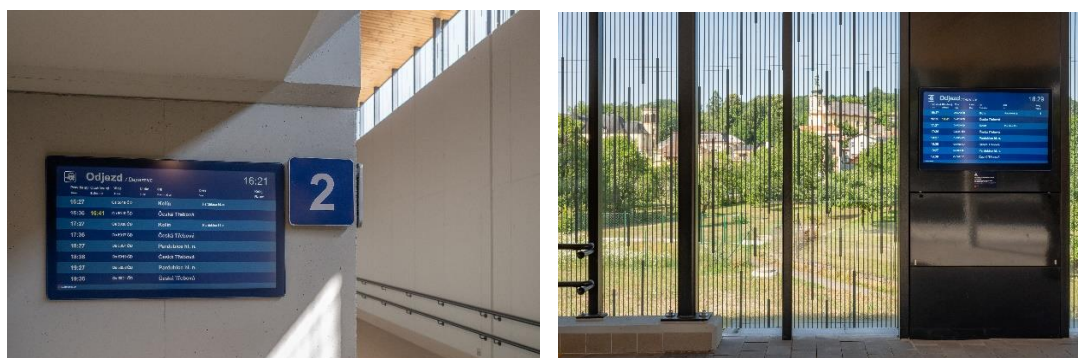
Zobrazovací prvek s informacemi o veřejné dopravě, který je určen také pro informování zrakově postižených osob s možností ovládní jeho funkcí. Komunikace je zajištěna modulem Text To Speech (TTS) generující syntetizované hlášení. Obsahuje funkce vyhledávání spojů, funkce odjezdového, příjezdového nebo přestupního monitoru, řazení vlaků a zobrazovač polohy vlaku či trasy požadovaného spoje. Zařízení je vybavené diagnostickým modulem.



Obr. č. 5 - EZOM 49" v nástěnném provedení – 3D vizualizace, instalace žst. Uničov.

## Elektronický zobrazovací monitor EZOM

Všechny zobrazovací prvky jsou optimalizovány na provoz 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. Výrobek EZOM vychází z technického řešení EZOP, avšak jeho konstrukce je určena pro zavěšení na stěnu, pod strop nebo jako vestavba do stavební niky (např. v podchodech). Zobrazovač je možné nakonfigurovat s dotykovou ovládací vrstvou, nicméně bez mechanických tlačítek, jak je tomu u varianty EZOP. Konstrukce panelu je navržena tak, aby umožnila servis zředu, jak v provedení nástěnném, tak v provedení do niky. Zobrazovacím elementem je displej LCD-TFT v různých velikostech od 49" až po 65".



Obr. č. 6 - EZOM 49" v provedení do niky – instalace žst. Brandýs nad Orlicí.

## Elektronická zobrazovací tabule STARLIT

Jedná se o plně grafickou LED informační tabuli v provedení do prostředí železniční dopravy. Používáme několik typů modulů s různým rozlišením a roztečí mezi diodami. V současné době používáme minimální rozteč 2,5 mm, dále pak 2,6 mm a 3,9 mm. Konstrukce tabule je navržena s důrazem na minimální tloušťku vnějšího rámečku a celkově minimalistický design s ohledem na snadnou montáž i následný servis. Tabule umožňuje jednoduchou výměnu modulů (bez vyklápení čelního skla), přístup k řídicím a přípojným prvkům je zajištěn z přední části.



Obr. č. 7 - Tabule STARLIT – instalace žst. Brandýs nad Orlicí.

## 6. INTELIGENTNÍ ZASTÁVKA INZA

Do informačního systému HAVIS III lze integrovat jako koncové zařízení inteligentní zastávku INZA. Cílem je zajistit komfortní cestování i na regionálních tratích a v menších městech, které jde ruku v ruce s rozvojem moderních technologií. Jako pilotní projekt byla zastávka instalována na trati Obrnice-Čížkovice a ve spolupráci s provozovatelem tratě, firmou AŽD Praha s.r.o., také uvedena do provozu a testována. Zastávka je dále nasazována na tratích Správy železnic s.o., například na zastávce Lípa (trať Humpolec-Havlíčkův Brod).

Inteligentní zastávka je vybavena následujícími funkcemi a technologiemi:

- Řídící část.
  - Řídící jednotka (RPIS).
  - Diagnostický a temperovací modul.
- Hlasový a vizuální informační systém pro cestující.
  - Rozhlasová ústředna (UH12).
  - Informační displej (EPOD-3.13).
  - Elektronický reproduktor pro nevidomé (ERP).
- Osvětlení zastávky.
  - Řídící modul osvětlení
  - Vnitřní LED svítidla v přístřešku.
  - Venkovní LED osvětlovací stožáry
- Kamerový systém - DOME kamera v přístřešku.
- Systém „Zastavení na znamení“ (doposud pouze trať Obrnice-Čížkovice)
  - Tlačítko pro aktivaci signalizačního majáku.
  - Signalizační maják pro signalizaci zastavení/nezastavení vlaku.

Inteligentní zastávky jsou v takovéto konfiguraci určeny pro lokality s větší hustotou provozu například na okrajích velkých měst nebo v turisticky exponovaných lokalitách.



Obr. č. 8 - Informační tabule EPOD-3.13 – instalace zast. Lípa, 3D vizualizace SMART zastávky SŽ.

### Řízení zastávky – HAVIS III

Zastávka může fungovat autonomně nebo být řízena jako modul informačního systému HAVIS. Server HAVIS je pak zdrojem dat pro informační displej a hlásicí systém. Při běžném provozu řídí server HAVIS modul INZA automaticky, na základě komunikace se systémem PAVZZ (GTN, GRADO). Z něho získává informace o aktuální poloze vlaku, podle kterých řídí rozsvícení osvětlení, zhasínání osvětlení a aktivaci a deaktivaci systému „Zastavení na znamení“. Pro automatickou funkci modulu je zajištěna konektivita na server HAVIS a na systém PAVZZ. Ve výjimečných situacích je umožněno též ruční řízení modulu INZA (řídící jednotky RPIS). Server HAVIS s modulem komunikuje prostřednictvím datové sítě protokolem TCP/IP.



## Hlasový a vizuální informační systém

Součástí zastávky je informační prvek, v tomto případě EPOD-3.13 se třemi displeji technologie E-paper (EPD). Jeho velkou výhodou je nízká spotřeba a vynikající čitelnost ve vysokých jasech. Na druhou stranu, jeho nevýhodou je menší dynamika zobrazování informací. Displeje mají velikost 13,3" a rozlišení 1600x1200. Skříň s displeji je napojena na řídicí a komunikační technologii v 19" technologické skříni nebo v prostoru integrovaném do stěny přístřešku. Informačním prvkem může být i displej EZOM v provedení do niky, tedy vestavěn do stěny přístřešku.

V řádcích odjezdové tabule je ke každému vlaku, který má dle jízdního řádu v dané zastávce režim „zastávka na znamení“, vypsána informace, že se jedná o tento režim. Cestující je rovněž informován, zda je blížícímu se vlaku signalizováno zastavení.

Aktuální odjezdy							10:06	
na znamení	pravidelný	aktuální	vlak	cíl	linka	koje		
Origin	Time	Actual	Train	Destination	Line	Platform		
X	10:03		Os 25533 AŽD	Litoměřice horní n.	U10	1		
X	10:48		Os 25508 AŽD	Most	U10	1		
X	11:03		Os 25509 AŽD	Litoměřice horní n.	U10	1		
X	11:48		Os 25534 AŽD	Třebívlice	U10	1		
X	12:03		Os 25535 AŽD	Litoměřice horní n.	U10	1		

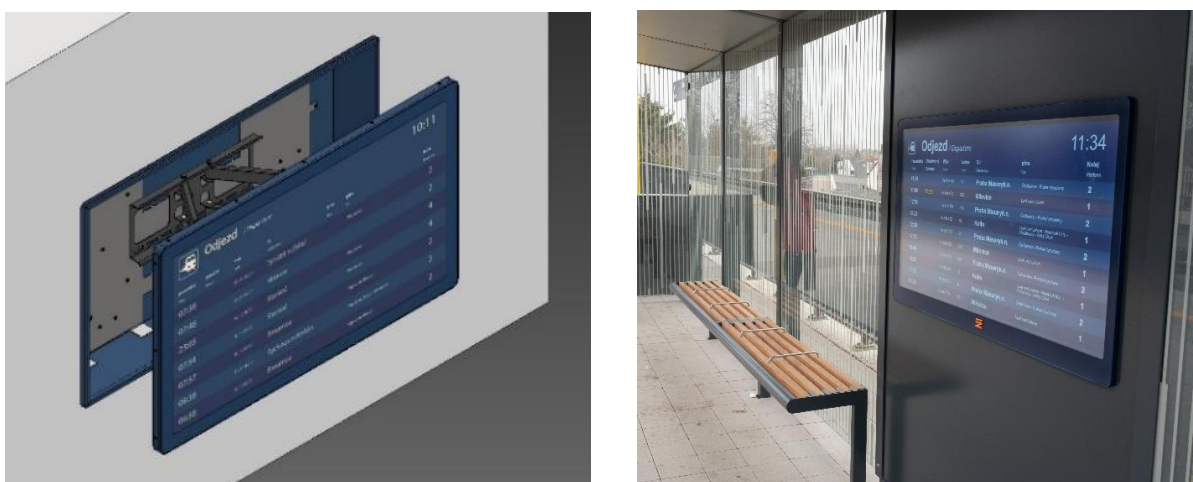
  
  

Pravidelné odjezdy											
U 10 Most - Litoměřice horní nádraží						Pravidelné odjezdy					
U 10 Litoměřice horní nádraží - Most						Pravidelné odjezdy					
Detailed departure schedule tables for regular services between Most and Litoměřice.											

Obr. č. 9 - EPD Displej č. 1 - aktuální odjezdy, poloha vlaku; Displej č. 2 - pravidelné odjezdy 1; Displej č. 3 - pravidelné odjezdy 2.

## 7. DIAGNOSTIKA SYSTÉMU

V systému HAVIS jsou monitorovány všechny připojené periferie a jejich stav je zobrazen na ovládací obrazovce systému. Stav vlastního serveru a ovládacího pracoviště systému HAVIS, tak jednotlivých periférií lze také pomocí protokolu 104 přenášet do systému DDTS (Dálkové diagnostiky technologických systémů).



Obr. č. 10 - EZOM 49" v provedení – 3D vizualizace, instalace zast. Čelákovice-Jiřina.

## 8. ZÁVĚR

Systém HAVIS III byl spuštěn do ověřovacího provozu v žst. Náchod jako dispečerský systém v traťovém úseku Týniště nad Orlicí - Broumov v roce 2018. Na tomto úseku tratě bylo současně ověřeno napojení informačního systému na zabezpečovací zařízení prostřednictvím systému GRADO a tím i automatický provoz hlásícího systému. V současné době je systém schválen a pravidelně se nasazuje na nových stavbách, včetně nových

koncových zobrazovacích zařízení. HAVIS III je nasazen na koridorových i regionálních dispečerských tratích a také ve významných železničních uzlech. Na I. koridoru je to úsek Kolín-Česká Třebová, na IV. koridoru pak úsek Praha-Uhřetěves mimo. Na regionálních tratích např. trať Humpolec – Havlíčkův Brod, Týniště n.O. – Broumov nebo ve výstavbě trať Havlíčkův Brod-Hlinsko.

# **DIAGNOSTIKA METODOU AKUSTICKÝCH VIBRACÍ**

**Ing. Ladislav Smatana  
DSRailTech, a.s.**

## **1. ÚVOD**

Lomy kolejnice, úplné oddělení kolejnice a vylomení hlavy kolejnice představují vážné riziko bezpečného provozu železniční dopravy. Ke spolehlivé analýze stavu kolejnice je zapotřebí precizně navržený snímač a zdroj známého signálu.

## **2. DIAGNOSTICKÝ SYSTÉM DSRT**

Diagnostický systém DSRT se skládá ze dvou hlavních částí:

- Platforma měření dynamiky - DMP
- Aplikační software

DMP tvoří hardwarové komponenty, firmware a nízkoúrovňový software. DMP je stejný pro všechny diagnostické aplikace.

Aplikační software je různý podle konkrétní diagnostické aplikace, která aktuálně běží na diagnostickém systému DSRT, přičemž simultánně můžou na jednom systému běžet až 4 diagnostické aplikace.

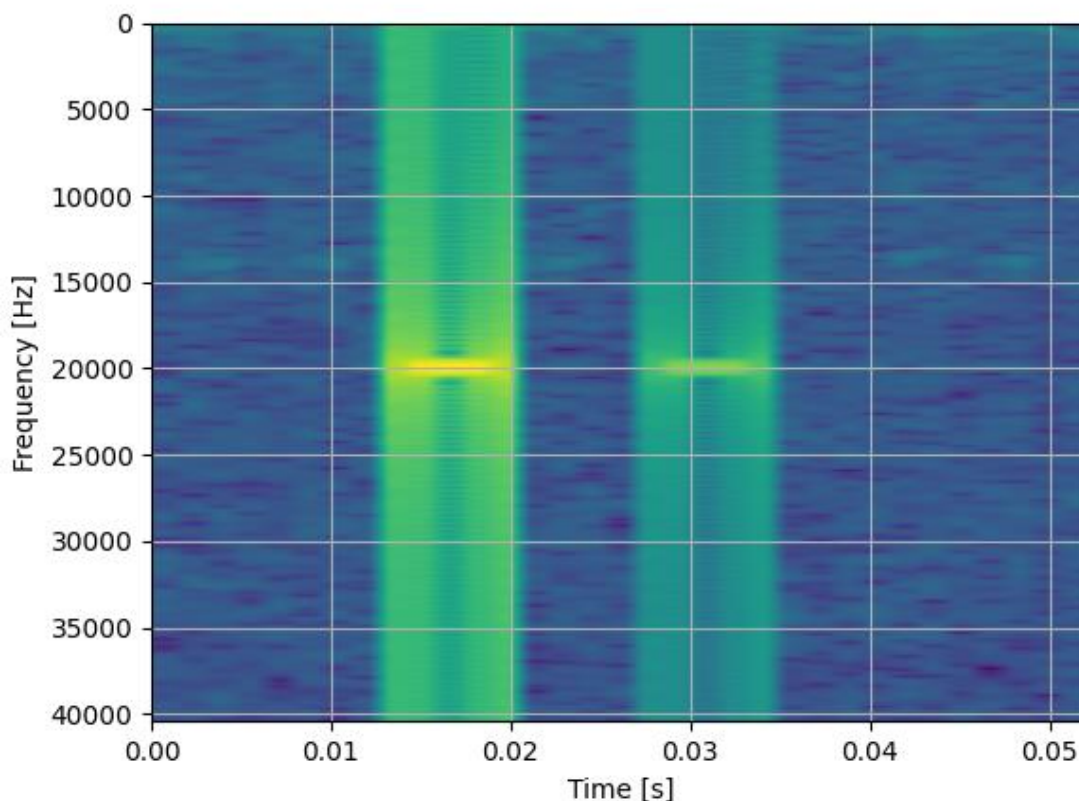
### **2.1 Platforma měření dynamiky – DMP – Detekce lomů kolejnice a vylomení hlavy kolejnice**

DMP detekuje vibrace, které se šíří v kolejnici, prostřednictvím snímače DXMD, který posílá data do DMP Racku pro zpracování a vyhodnocení. Mezi snímači DXMD je umístěn generátor vibrací DACT, který vysílá známý signál ve frekvenčním pásmu podobném tomu, který generuje přibližující se kolejové vozidlo. Vzdálenost DXMD snímačů od DMP Racku může být až 5 kilometrů. Platforma poskytuje možnost stohování několika DMP Racků prostřednictvím single mode optického vlákna pro pokrytí velkých vzdáleností nebo pro lokální pokrytí až 28 tratí (4 snímače na 1 trať).

#### **2.1.1 Fyzický vstup**

Fyzickými vstupy do systému jsou vibrace procházející kolejnicí, mechanické napětí a teplota. Tyto fyzické vstupy jsou snímány zařízením DXMD, které pro tento účel obsahuje čtyři hlavní snímací prvky. Akcelerometr pro detekci na velkou vzdálenost, akcelerometr s krátkým dosahem, snímač mechanického napětí s krátkým dosahem a snímač teploty kolejnice.

V případě detekce lomů kolejnice a vylomení hlavy kolejnice sehraje klíčovou roli generátor vibrací DACT, který v pravidelných a konfigurovatelných intervalech vysílá známý signál oběma směry od jeho umístění mezi dvojicí DXMD snímačů. Pokud tento známý signál narazí na jakoukoli překážku ve struktuře kolejnice (prasklina, úplné oddělení kolejnice, vylomení hlavy kolejnice), část signálu je odražena překážkou ke zdroji signálu. Odražený signál je zachycen snímači DXMD a podle jeho magnitudy a časového zpoždění je určena závažnost defektu a jeho lokalita.



Obr. č. 1 - Vyslán a odražen signál od praskliny ve struktuře kolejnice ve vzdálenosti 25 metrů

Spektrogram znázorňuje signál generovaný snímačem DACT, který se šíří v kolejnici (sekunda 0,01 až 0,03). Časové zpoždění mezi signály umožňuje odhadnout lokaci praskliny, v tomto případě 0,014 sekundové zpoždění indikuje lokaci praskliny ve vzdálenosti 25 metrů od polohy snímače DXMD. Poměr sil mezi vyslaným a přijatým signálem indikuje závažnost praskliny, kde menší poměry indikují vyšší závažnost, protože větší defekty v kolejnici odrážejí větší část signálu. Větší poměry naopak indikují nižší závažnosti, jelikož menší část signálu je odražena od defektu.

### 2.1.2 Hardwarové komponenty

Všechny hardwarové komponenty byly navrženy a vyrobeny společností DSRailTech z důvodu úspory místa, zvýšení výkonu a minimalizace spotřeby (systém je možné napájet solárními panely).

Jsou rozděleny do tří skupin:

- Vnější komponenty
- Vnitřní komponenty
- Management komponenty

Mezi vnější komponenty patří snímače DXMD, generátor vibrací DACT a Universal Extender, který je zodpovědný za uzemnění a ochranu datových a napájecích linek před přepětím a také za konverzi dat z DXMD na optické signály. Je umístěn v kabelovém uzávěru.

DXMD lze rozšířit o IR snímání (DXIR), které dokáže měřit teplotu kola, brzd a ložisek. Tato funkce je volitelná a dostupná pro každý DXMD.

Vnitřní komponenty se nacházejí v kabinetu a tvoří 19" 3U DSRT Rack. DSRT Rack přijímá údaje ze snímačů DXMD, vyhodnocuje je a poskytuje napájecí a komunikační sběrnice, které různé komponenty používají pro správné fungování a pro sdílení dat mezi sebou. Standardní kabinet obsahuje kromě DMP Racku také jednu olověnou (AGM) baterii, jistič, AC/AC oddělovací transformátor (250VA) a přepětovou ochranu. Volitelně může obsahovat také topení, AC a 12 V DC ventilátor.

Management komponent, DSRT Token, je přenosné zařízení určené pro management DMP komponentů.

## 2.2 Aplikační software

Aplikační software aktivní Detekce lomů kolejnice a vylomení hlavy kolejnice se spoléhá na princip vysílání známého signálového vzoru v kolejnici, která působí jako vlnovod. Část signálu se odráží při styku s defektem v kolejnici. Na základě intenzity odrazového signálu a časového zpoždění software vyhodnocuje závažnost defektu a jeho lokalitu.

Mezi ostatní nabízené diagnostické aplikace patří:

- Detekce plochých kol - FWDAPP - lokální detekce
- Detekce horkoběžnosti, horkých kol a brzd – HDMAPP – lokální detekce
- Monitoring kolejových vozidel – RSMAPP – dálková detekce
- Monitoring vykolejení nápravy - ADMAPP - dálková i lokální detekce
- Monitoring překážek na trati - TOMAPP - dálková i lokální detekce
- Detekce nežádoucího vstupu - ITDAPP - dálková i lokální detekce
- Monitoring deformace tratě - RBMAPP - dálková i lokální detekce
- Monitoring dynamických vlivů na výhybky - SCMAPP - lokální detekce
- Přenosný varovný systém – PWS – dálková i lokální detekce

## 4. ZÁVĚR

Diagnostický systém DSRT může výrazně přispět ke zvýšení spolehlivosti a přesnosti diagnostických údajů a tím snížit náklady a škody uživatele spojené s falešně pozitivními údaji resp. nedetekovanými nechtěnými událostmi. Jelikož systém včas dokáže detekovat a monitorovat vývoj prekurzorů nehod, je vhodný i jako nástroj prediktivní údržby. Systém DSRT také pomůže uživatelům výrazně ušetřit náklady spojené s pořízením, instalací (nevyžaduje přerušení provozu) a údržbou systému (samodiagnostika). V neposlední řadě je systém šetrný k životnímu prostředí během celé své doby životnosti i při jeho odstranění a likvidaci.



# **MODERNÍ TRENDY DIAGNOSTIKY ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU, SENSONIC**

**František Frýbort, AŽD Praha s.r.o.  
Yannick Maier, Sensonic GmbH**

## **1 ÚVOD**

Zvyšující se traťová rychlost klade vyšší nároky na kvalitu železničního svršku, zejména koleje. Vyšší vytížení trati naopak omezuje možnosti diagnostiky stavu koleje pomocí měřících vozidel a vyžaduje rovněž omezení času potřebného pro údržbu trati. K udržení kvalitního stavu koleje při minimálním čase nezbytného obsazení trati pro účely detekce závady, může pomoci preventivní diagnostika trati pomocí systémů, které nevyžadují obsazení trati. Jedním z takových systémů je FOS (Fiber Optic Sensing), který je dodáván firmou Sensonic GmbH a v současné době testován na trati AŽD Praha s.r.o. Čížkovice-Obrnice. Systém je umístěn v žst. Třebívlice a používán pro detekci stavu cca 21 km trati (Čížkovice-Libčeves).

### **1.1 Princip FOS**

Základní princip tohoto diagnostického zařízení lze popsat jako rozložený akustický senzor (Distributed Acoustic Sensing – DAS), který využívá schopnosti optických vláken měnit své vlastnosti ve smyslu odrazu optického signálu na základě vibrací vlákna. FOS tedy pracuje tak, že do optického vlákna jsou vysílány impulsy a zachytávány odrazy. Vyhodnocením času odezvy a energie obdrženého světla lze určit místo odrazu. Místa odrazu způsobená nehomogenitou vlákna (sváry, propoje, apod.) vyvolávají tedy vždy stejný odraz. Pomocí odrazů vznikajících na základě vibrací kabelu, lze detekovat zdroje vibrací v okolí kabelové trasy způsobených jízdou vlaku, chůzí, jízdou motorových vozidel v těsném okolí trati a na přejezdech, povětrnostními vlivy apod.

Správné vyhodnocení jednotlivých vibrací je pak podstatou praktického využití tohoto fyzikálního jevu pro požadovanou aplikaci. V oblasti železnice mohou být požadovány například detekce nedovoleného vstupu do určitého prostoru, detekce prací a pohybu v okolí kabelových tras, stavu koleje a kolejnice (výškové a stranové změny, lomy kolejnice, vady v upevnění kolejnic,..) zkratky trakčního vedení, pády předmětů do kolejí apod.

Zjednodušeně řečeno, správné pochopení a vyhodnocení kabelem detekovaných vibrací je klíčem k využívání systému.

### **1.2 FOS Sensonic na „Švestkové dráze“**

Zařízení FOS od firmy Sensonic je provozováno na „Švestkové dráze“.

I když původně bylo zařízení určeno jen pro detekci případného lomu kolejnice, jeho provoz ukázal mnohem širší možnosti využití, a to především jako nástroje pro preventivní diagnostiku koleje. Již poměrně malé změny ve výšce jednotlivých kolejnicových pasů se mohou projevit zvýšením akustického dopadu jízdy vlaku a provozovatel dráhy může být upozorněn na potřebu údržby, dříve než se závada rozroste do většího rozsahu. Tím se mohou minimalizovat i náklady na údržbu.

Zařízení je koncipováno tak, že využívá jednoho monovidového vlákna v optickém kabelu, již dříve položeného mezi žst. Čížkovice a Libčeves. Vysílací a současně přijímací zařízení je umístěno v žst. Třebívlice, v technologické místnosti AŽD. Zařízení nemá žádné další vazby na sdělovací ani zabezpečovací zařízení ani jejich komunikační sítě, využívá pouze napájení z technologické místnosti.

Veškerá zachycená data jsou nezávislou sítí přenášena a ukládána na Cloud, kde jsou tato data dále zpracovávána a vyhodnocována. Formou pravidelných reportů (TCM report), jsou pak provozovateli dráhy poskytována upozornění na místa s gradací akustických vln způsobených jízdou vlaku. V rámci TCM reportu jsou zvláště místa změn v km poloze koleje a GPS souřadnicích (po úsecích trati délky cca 6,4m) a vývoj postupné změny v čase a intenzitě. Pro vyhodnocení změny akustické úrovně se jako „etalon“ používají předchozí zprůměrované hodnoty akustické odezvy v daném úseku.

Provozovatel dráhy pak zajistí inspekci na avizovaném místě, kategorizaci závady a zvolí následný postup k odstranění závady, případně formou zpětné vazby požádá o úpravu „etalonu“. Vzhledem k postupujícímu vývoji zařízení se předpokládá, že upozornění na gradující změny budou generována automaticky a provozovatel dráhy k nim bude mít přístup přes uživatelské WEB rozhraní.

### 1.3 Výhody a omezení FOS

Přednosti:

V rámci jednoho zařízení lze monitorovat až 80 km optického kabelu, čemuž pak odpovídá o něco kratší délka monitorované trati.

Lze využít vlákna již položených optických kabelů. Doplnění monitoringu koleje nevyžaduje žádné montážní ani výkopové práce v kolejišti. Vlákno nemusí být v celé délce svařeno, může být využito přípoju „patchordy“ v optickém rozvaděči.

Jedno zařízení lze využít pro monitoring více událostí (stav koleje, práce v okolí kabelu,...)

Omezení:

Jako akustický senzor je schopen detekovat jen takové závady koleje (resp. kolejnice), které vyvolají akustický odraz. I když je systém velmi citlivý a dokáže detekovat např. i vibrace způsobené chůzí až do vzdálenosti desítky metrů od kabelové trasy, nelze detekovat pozvolné směrové nebo výškové změny koleje a prostoru v oblasti kolejiště, které nevyvolají zvýšený akustický odraz. Rovněž tak lze těžko detekovat případné vnitřní vady kolejnice.

Horší schopnost vyhodnocení detekovaných akustických změn v oblasti stanic. Důvodem je zejména průběh kabelové trasy mimo kolejiště, ale ani v případě dodržení vzdálenosti od koleje nelze vždy rozlišit zdroj akustického signálu (např. posun po koleji souběžné s vlakovou cestou, křížující se vlaky apod. )

Je to systém diagnostický. Zjištěná gradace akustického signálu musí být vyhodnocena inspekcí na místě. Nelze úplně rozlišit typ závady její vážnost jen na základě úrovně signálu.

### 1.4 Jiná využití FOS Sensonic

Princip akustického senzoru může mít různá využití. V oblasti železničního provozu se zatím může uvažovat s využitím pro:

- Detekci stavu koleje, kdy pomocí tohoto systému lze detekovat již poměrně malé změny ve směrovém nebo výškovém uspořádání koleje a v neposlední řadě lze detekovat lomy kolejnic, vyštípení hlavy kolejnice, závady v srdcovkách apod. To může být velkým přínosem zejména na vysoce vytížených tratích jako VRT, metro,..., kde se na základě takové diagnostické informace mohou údržbové práce, které je možné vykonávat jen při zastaveném provozu, koncentrovat na předem vybraná místa.
- Na elektrifikovaných tratích lze tentýž systém využít k rychlému určení místa zkratu a omezit tak dobu potřebnou k odstranění závady.

- V zářezích, kde hrozí sesuvy půdy nebo pády kamení do kolejiště, lze pomocí FOS tyto události včas detekovat a učinit potřebná bezpečnostní opatření před jízdou vlaku.
- Systém lze rovněž využít k detekci pohybu osob v určitých oblastech, jako prevence vandalizmu. Lze tak hlídat oblasti jako jsou tunely a jejich portály, koleje s odstavenými vozidly proti sprejerům, kabelové trasy proti poškození a krádeži kabelů, apod.

### 1.5 Dosavadní zkušenosti

V aplikaci systému pro vyhodnocení koleje máme k dispozici mimo údaje z naší Švestkové dráhy také údaje z cca 50 km dvoukolejné trati provozované v Španělsku mezi Quintanapalla – Briviesca. Zde bylo ve sledovaném období detekováno formou TCM Reportů celkem 19 událostí gradace akustické odezvy. Z těchto devatenácti událostí bylo na základě inspekce vyhodnoceny čtyři události jako drobné závady, jedenáct událostí jako středně vážné závady a jedna událost jako závažná. U tří z těchto devatenácti událostí nebyl nalezen žádný důvod.

V případě Švestkové dráhy je vzhledem k poměrně dobrému a pravidelně udržovanému svršku počet událostí vyhodnocených TCM reporty mnohem menší. Z celkového počtu 8 událostí byly 4 detekovány jako mírné závady (pokles jednoho kolejnicového pásu), 1 případ byl vyhodnocen jako změna mimo vlastní trať, a zbývající počet se nepodařilo dohledat, protože mezi vyhodnocením změny a inspekci došlo ke strojní údržbě trati.

#### LITERATURA:

- [1] Hill, David.: **Distributed acoustic sensing (das): Theory and applications**. Optica Publishing Group, 2015
- [2] Sensonic: **Track-condition-monitoring-brochure-digital.pdf** 2023

# **SNÍMKOVÁNÍ INFRASTRUKTURNÍCH OBJEKTŮ**

**Ing. Tomáš Liška, Ph.D.  
FoxCom s.r.o.**

## **1. OBJEKTY ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY**

K zajištění bezpečného a plynulého provozu na železnici je využíváno řady postupů a procesů, mezi něž bezpochyby patří objekty umístěné v přímém okolí drážní cesty, zejména proměnné a neproměnné návěsti.

Cílem prací týmu bylo vytvoření automatizovaného systému snímkování objektů železniční infrastruktury, který spolehlivě snímkuje určené objekty železniční infrastruktury. Technické řešení se skládá z hardwaru a softwaru v integrovaném systému, jenž postačuje umístit do vozidla a spustit.

Systém je navržen obecně a dokáže v plně automatickém režimu pořizovat snímky všech objektů, o kterých má předem uloženou znalost jejich existence v databázi. Využití systému není limitováno pouze na železnici, nýbrž jej lze plně využít pro silnice, plavební dráhu, trolejbusové či tramvajové tratě. V tomto článku jsou všechny vlastnosti řešení prezentovány na snímkování vybraných objektů železniční infrastruktury. Konkrétně se jedná o světelná návěstidla a radiovníky.

Doplňkovými funkcemi systému jsou: potvrzení existence předpokládaného objektu v předpokládaném místě detekcí výskytu objektu na snímku, detekce objektu v obraze, i když není jeho přítomnost dopředu známa z databáze objektů. Pro obě doplňkové funkce systém disponuje sadou neuronových sítí, které jsme naučili detekovat vybrané typy objektů.

Aplikace snímkování provozovaná na voze pracuje ve dvou režimech: pořizování dat, přenosy dat. V režimu pořizování dat systém detekuje pohyb. V klidu nejsou data pořizována. Při pohybu vozidla je pořizován videozáznam snímáný čelní stereoskopickou kamerou. Videozáznam je použit k detekci zájmových objektů v obraze a klasifikaci jejich stavu.

Snímek zájmových objektů je pořizován primárně pro objekty, jenž jsou v určitém místě a v určité vzdálenosti od kamery předpokládány. K nalezení předpokládaného objektu musí být k dispozici databáze objektů, které má systém snímkovat. Každý objekt je definován svým ID, názvem a zeměpisnými souřadnicemi.

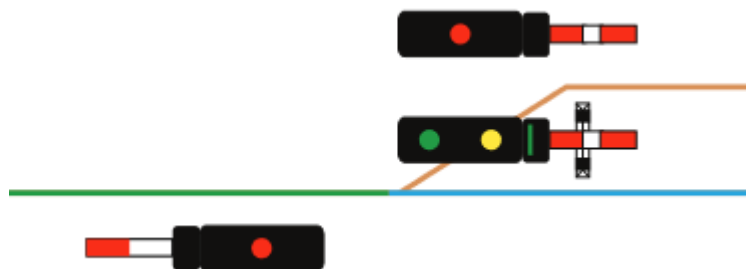
Objekty mohou být detekovány ve snímaném obraze pomocí umělé inteligence. V tomto případě systém zaznamená i objekty, o nichž dopředu nemá znalost ve výše uvedené podobě ID a souřadnice zeměpisné polohy. K využití tohoto způsobu nalezení objektu je nutné, aby byly použité neuronové sítě předem naučené zájmový objekt detekovat.

### **1.1 Návěstidla**

Řešená úloha se zaměřuje na snímkování železničních návěstidel. Podporujeme světelná i mechanická návěstidla. Na české železniční síti je aktuálně v provozu cca 33 000 návěstidel, z čehož je méně než 10 % návěstidel mechanických, jejichž počet v čase stále klesá. Což je způsobeno preferencí využití světelných návěstidel instalovaných náhradou za mechanická postupně při rekonstrukcích existujících traťových úseků.

Návěstidla české železniční sítě jsou k dispozici v databázi návěstidel ve správě Správy železnic. Každé návěstidlo je definováno svým identifikátorem, pozičním umístěním v železniční síti a příslušnou zeměpisnou souřadnicí.

Pro každé návěstidlo pořizujeme 4 snímky. Návěstidlo snímáme ve vzdálenostech: 100 m, 10 m a dle aktuální rychlosti jízdy pak v proměnlivé vzdálenosti odpovídající 12 s a 7 s vůči známé poloze.



Obr. č. 1 - Příklad návěstidel dle předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ

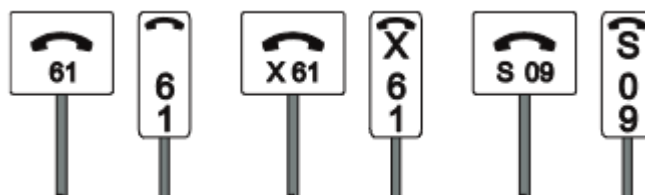


Obr. č. 2 - Příklad návěstidel při zkušebním snímkování

## 1.2 Radiovníky

Dalším zájmovým objektem praktické aplikace jsou radiovníky. Početně není radiovníků tolik jako návěstidel. Jde také o důležité objekty související se zajištěním bezpečnosti železničního provozu.

V případě radiovníků pořizujeme pro každý radiovník dva snímky, a to ve vzdálenostech 100 m a 10 m od známé polohy radiovníku.



Obr. č. 3 - Příklad radiovníku dle předpisu SŽ D1 ČÁST PRVNÍ



Obr. č. 4 - Příklad radiovníku, Slatina u Vysokého Mýta - Vysoké Mýto, 5,2 km

### 1.3 Údaje společné všem objektům

Kromě výše uvedených snímků, jejichž počet a vzdálenost pořízení od objektů se řídí pravidly uloženými v aplikační databázi, jsou pro každý objekt ukládána následující data: časové razítko pořízení snímku, aktuální zeměpisná poloha při pořízení, reference na identifikátor objektu do databáze (pokud je známá), rychlost v době pořízení.

Požizujeme též videozáznam úseku od cca 2 s před prvním snímkem až do po 0 m vzdálenosti ke snímanému objektu.

V případě, že se na snímku nebo ve videozáznamu vyskytuje místně příslušných více objektů, jsou o tomto faktu pořízeny reference ke snímku nebo videu. Obrazová data se neduplikují.

System požizuje i další provozní data a metadata související např. s plně automatickou synchronizací dat, detekuje přenos poskytování souřadnic zeměpisné polohy z multikonstelačního přijímače GNSS, monitorujeme provozní teplotu hardwaru ve snímáacím boxu, detekujeme přístupnost spojení do internetu, abychom mohli synchronizovat data, apod.

## 2. SBĚR DAT NA VOZIDLE

Sběrná aplikace zajišťuje pořizování videa, pořizování snímků, záznam dat o poloze a časových razítkách proběhlých událostí. Současně monitoruje provozní teplotu svého hardwaru. Aplikace umí též detekovat klidové stavy, které využívá k průběžnému odesílání dat do datového skladu. Krom toho se stará i o kapacitu svého úložiště a data, která jsou již přenesena do datového skladu umí po potvrzení a uplynutí ochranné doby smazat.

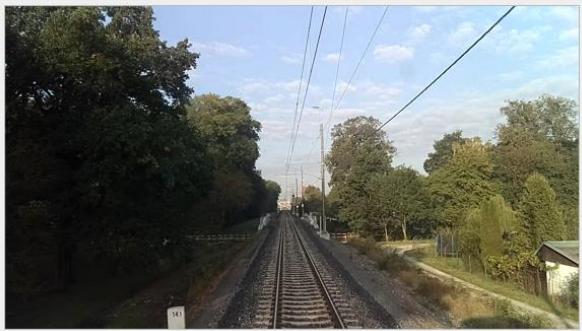

Kromě záznamu údajů o objektech, které předem známe, dokážeme detekovat objekty v obraze, aniž bychom dopředu znali jejich polohu. K tomu využíváme sadu neuronových sítí naučených na vybrané zájmové objekty.

Neuronové sítě jsou použity též k automatickému vyhodnocení obsahu snímků předem známých objektů, kdy ověřujeme typ objektu pomocí klasifikace.

Sběrná aplikace poskytuje při svém běžném provozu řadu užitečných údajů v reálném čase. Z obrazovky provozního stavu sběru dat jsou stále k dispozici aktuální údaje: stav snímkování (snímkuje, nesnímkuje), zeměpisná poloha (souřadnice, rychlost), naposledy pořízený snímek objektu, nejbližší objekt dle databáze objektů, obraz z kamery, stav synchronizace dat do datového skladu, provozní teplota hardwaru a stav připojení do internetu.



Čas	2023-10-05 10:25:30	Zem. šířka	49.77841197N	● sbírá data	Data a synchronizace	Disk	20/194GB
Kamera	●	Zem. délka	17.12978363E		K odeslaní	Stav synchronizace	Spojení do DSD
T uvnitř	55.0°C	Rychlost	43.00 km/h		Soubory	Soubory	35/123 diagnostika.tudc.cz
					Velikost	Stav	● Čeká
Naposledy pořízené foto				Nejbližší objekt			
ID	2019			ID	1255		
Název	2019-100m.png			Název	1255-video.mp4		
Datum a čas	2023-10-05 10:25:25			Vzdálenost	251 m		
Zem. šířka	49.77851973N			Zem. šířka	49.77789954N		
Zem. délka	17.12828329E			Zem. délka	17.13860234E		
Rychlost	50.20 km/h						

Obr. č. 5 - Uživatelské rozhraní sběrné aplikace

### 3. PŘENOS DAT DO DATOVÉHO SKLADU

Přenos dat z měřicího zařízení je obvykle prováděn plně automaticky. Data jsou přenášena do připojeného datového skladu. Systém umí fungovat i bez přenášení dat do datového skladu. Data jsou pak ukládána na lokálním úložišti a mohou být čtena až po přenesení na pracoviště. Příjímací bod je konfigurovatelný. Data jsou při přenosech zabezpečena pomocí SSL na úrovni webové služby, tj. HTTPs protokolu.

### 4. ZPRACOVÁNÍ DAT, PROHLÍŽENÍ, ANALYTICKÉ FUNKCE

Zpracování dat probíhá v datovém skladu. Na vstupu se jedná o validační kontroly před importem do cílové databáze. Po uložení jsou data používána zejména pro prohlížení přehledů železničních úseků, pro která byla data již pořízena. Přehledy lze prohledávat a třídit dle data pořízení, dle TUDU, dle příslušnosti k OŘ, apod.

#### **Snímkování - detail objektu**

Vyhledání objektu

Codenov:

---

Detail objektu

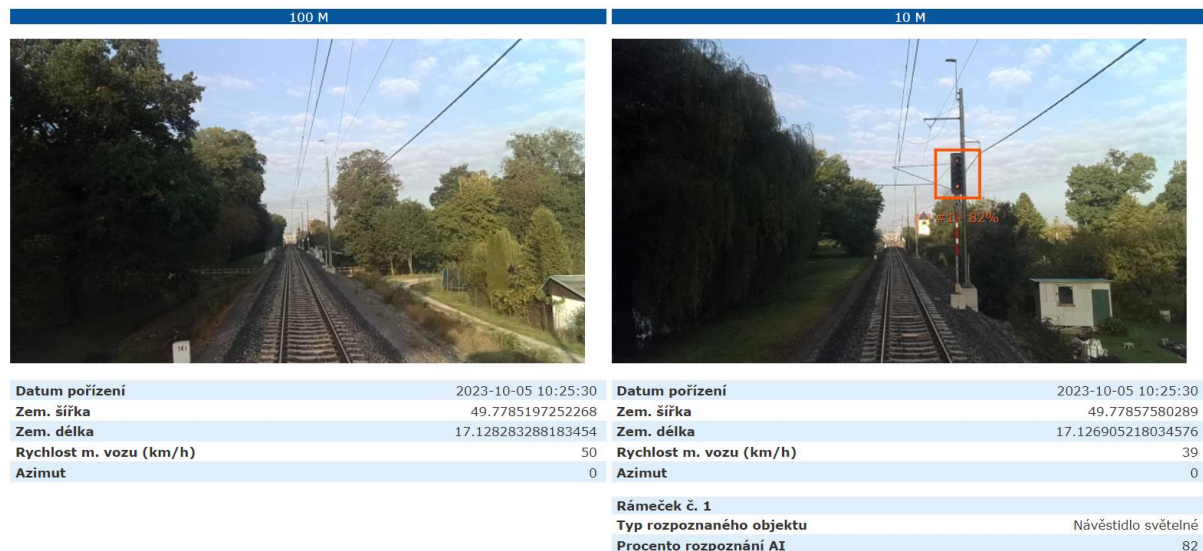
Datum a čas záznamu:

Atributy objektu

Codenov	Typ objektu	TUDU	KM	Kolej	Směr	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Verze
07002422000098	Návěstidlo světelné	190122	67.9	1	P	49.778595536080736	17.126659901493973	202309081300

Obr. č. 6 - Vyhledání objektu měření dle identifikátoru nebo data měření

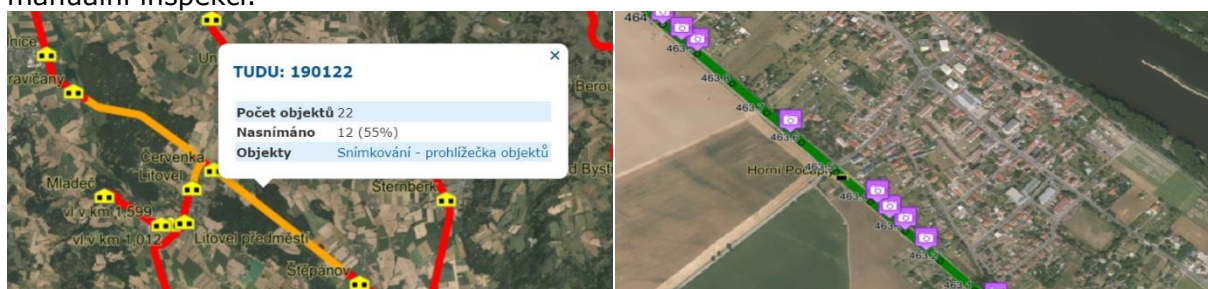
Z přehledového zobrazení se přepneme do detailu objektu. U návěstidla máme k dispozici video, 4 snímky, všechna metadata související s návěstidlem a s pořízením snímků a videa. Nechybí časové značky, zeměpisné souřadnice, rychlost pohybu vozidla při pořízení snímku a výsledky kontrol. Jedná se o kontrolu polohy objektu vůči jeho evidované poloze v databázi a kontrolu přítomnosti objektu v obraze pomocí umělé inteligence.



Obr. č. 7 - Detail návěstidla se snímky ze vzdálenosti 100 m a 10 m s AI detekcí

Z dalších funkcí pro analýzu systém nabízí možnost filtrace těch objektů, které nevyhověly pravidlům automatických kontrol. U nich je možné prohlédnout snímky a video a zaznamenat rozhodnutí o kontrole.

Po nasnímaném úseku se uživatel může pohybovat lineárně vpřed či vzad vzhledem ke směru jízdy. Může tak krokovat po jednotlivých snímcích, jednotlivých objektech a nebo posouvat prohlížení pouze po objektech, které nesplňují všechna požadovaná pravidla kontrol. Jedná se o velmi efektivní a rychlý nástroj průchodu těch objektů, které vyžadují manuální inspekci.



Obr. č. 8 - Ukázka mapového zobrazení měřených úseků

V neposlední řadě jsou všechna nasnímaná data v datovém skladu archivována po dobu stanovenou pravidly datového skladu nebo trvale. Jsou tak k dispozici do budoucna jako podpůrný zdroj informací v případě šetření mimořádných událostí. Data se používají i pro běžné provozní činnosti zajišťování kontroly viditelnosti návěstidel nebo např. při plánování servisního výjezdu k prostřihání vegetace znemožňující viditelnost návěstidla z požadovaných kontrolovaných vzdáleností.

Datový sklad může data o objektech poskytovat pomocí webových služeb pro další konzumentské systémy v rámci organizace nebo pro využití ve zprávách, sestavách či přehledech.

## 5. VYBRANÉ PARTIE TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Celé řešení je konstruováno z hardwarových komponent, které jsou běžně dostupné na IT trhu a poskytují dostatečný výkon a funkce.

Přenosná část řešení provozuje aplikaci sběru dat na počítači Raspberry Pi. K němu připojujeme moduly pro získávání souřadnic zeměpisné polohy v reálném čase z GNSS, teploměr pro sledování vnitřní teploty zařízení, 4G/5G komunikační modul k zajištění



datových přenosů do datového skladu, stereoskopickou kameru s integrovanými čipy pro běh AI, tzv. NPU (Neural Processing Unit), nezbytné antény a zdroj napětí.



Obr. č. 9 - Provozní hardware - minipočítač Raspberry Pi 4, GNSS modul, 4G/5G modul, stabilizovaný zdroj napětí, displej, kabeláž, kamera

K příjmu dat používáme servery a na nich provozované webové služby. Data jsou dále posunuta do datového skladu, kde jsou k dispozici pro prohlížení, vizualizace, projekci na mapu, prohlížení detailů jednotlivých objektů nebo simulaci jízdy kolem objektů.

## 6. ZÁVĚR

Největším přínosem snímání návěstidel a radiovníků pro správce železniční infrastruktury je plná automatizace kontrolního procesu. Díky zabudovaným kontrolám polohy snímaných objektů a detekci a klasifikaci výskytu objektů ve snímcích je největším benefitem signifikantní snížení personální zátěže při kontrole viditelnosti návěstidel a přítomnosti radiovníků.

System poskytuje po zpracování všech dat vyfiltrované sestavy, ve kterých je potřeba zkontrolovat pouze zlomek z celkového počtu pořízených snímků, a to pouze v situaci, kdy automatizovaná detekce nedokáže spolehlivě rozhodnout splnění požadovaných kritérií na přítomnost a viditelnost objektu. Citlivost detekcí je parametricky nastavitelná.

V praxi, kdy je nezbytné kontrolovat přítomnost a viditelnost objektů několikrát do roka (dle typu trati) násobenou počtem sledovaných objektů, se dostáváme na stovky tisíc snímků v případě české železniční sítě.

Je zřejmé, že využití automatických detekcí správnosti polohy objektů vůči evidovaným informacím v kombinaci s použitím plně automatických detekcí sledovaných parametrů z obrazu pomocí umělé inteligence, jsou prakticky výhodným směrem využití automatizačních heuristických algoritmů a algoritmů umělé inteligence v digitalizaci procesů při správě infrastruktury. Prezentované řešení je tak dílkem rozsáhlé mozaiky procesů, zařízení, řešení, logiky a pracovních postupů digitalizace zajišťování bezpečnosti a provozuschopnosti železniční sítě.

Uvedené závěry jsou v plném souladu s preferencemi posilování digitalizace v procesech dopravy na úrovni České republiky i Evropské unie.

#### LITERATURA:

- [1] Správa železnic: **SŽ D1 ČÁST PRVNÍ**, Praha, 21. 2. 2022
- [2] Jozef Gašparík, Jiří Kolář: **Železniční doprava, technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí**, Grada Publishing a.s., Praha, 2017, ISBN 978-80-271-9855-9 (pdf), ISBN 978-80-271-0058-3 (print)

# **MĚŘENÍ POKRYTÍ KORIDORŮ** **SIGNÁLEM VEŘEJNÉHO OPERÁTORA**

**Ing. Pavel Cídl**  
**Český telekomunikační úřad**

## **1. ÚVOD**

Český telekomunikační úřad (dále jen Úřad) v souvislosti s generačním vývojem radiokomunikačních mobilních sítí vypisuje aukce kmitočtů, které stanovují mobilním operátorům mimo jiné závazky pokrytí dálnic a železničních koridorů České republiky. V případě železničních koridorů kritéria aukce kmitočtů pro sítě LTE stanovil operátorům závazek pokrýt 100 % délky koridorů do jara roku 2021. 100 % pokrytím tranzitních železničních koridorů se rozumí dostupnost služby ve více než 80 % všech měřených úseků. Příloha 3 aukce kmitočtů pro sítě LTE [2] konkrétně stanovuje výpočet a měření pro účely kontroly pokrytí území signály mobilních širokopásmových datových sítí. Obdobně, jako závazky z aukce kmitočtů pro sítě LTE, Úřad stanovil povinnosti pro pokrytí železničních koridorů ČR na základě podmínek výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400-3600 MHz (tzv. Aukce 5G) [3]. Ve lhůtách daných zmíněnou Aukcí 5G bude Úřad provádět kontrolní měření plnění stanovených závazků.

## **2. METODIKA MĚŘENÍ**

Metodiku měření a výpočtu pokrytí pro účely kontroly pokrytí specifikovaných území signály mobilních širokopásmových datových sítí (LTE) specifikuje dokument [2], který stanovuje metodický postup a základní podmínky výpočtu pokrytí a kontrolního měření pro posuzování dodržení podmínek stanovených držitelům oprávnění k využívání kmitočtů v pásmech 800, 1800 a 2600 MHz. Mimo jiné dokument stanovuje požadavky na měřicí antény, konkrétně pro měření za jízdy ukládá použití antén s všesměrovým vyzařovacím diagramem, vertikální polarizací a definovaným ziskem a dále také nutnost použití koaxiálního kabelu mezi anténou a vstupem přijímače (měřicího přístroje), který musí mít v pásmu provozních kmitočtů definovaný útlum pro možnost korekce naměřených hodnot. Měřicí přijímač (měřicí přístroj) musí umožnit měření parametrů RSRP, SINR a  $E_c/I_0$  na referenčních signálech podle příslušných specifikací ETSI a 3GPP.

Z pohledu měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích musí měření probíhat oproti serveru s měřicími daty, který je umístěn na místě s garantovanou konektivitou alespoň 1Gbit/s. Metodický postup měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE je zveřejněn na webových stránkách úřadu [4]. Měření Úřad provádí pomocí vlastních měřících zařízení s pevně definovanými parametry v mobilních sítích [5] s tím, že metody měření vycházejí z BEREC pokynů BoR(14)117: Monitoring Quality of Internet Access Services in the Context of Net Neutrality a BoR (17) 178: Net Neutrality Regulatory Assessment Methodology. Metodika je také v souladu se standardem ITU-T Y.1540: Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters. Nutnou podmínkou pro měření a vyhodnocení datových parametrů mobilních sítí elektronických komunikací je dostupnost síťových zdrojů (IP adres, portů, služeb) a s tím související transparentnosti síťových tras (v souladu se síťovou neutralitou). Dokument [5] definuje měření za jízdy, které je prováděno kontinuálně během jízdy měřicího vozu po předem zvolené trase, přičemž měřené parametry jsou členěny do jednotlivých měřících intervalů délky 1 sekunda. Při měření datových parametrů mobilních sítí je doporučena maximální rychlost měřicího vozu 40 km/h v případě měření v obci a 90 km/h při měření na dálnici, popř. na rychlostní komunikaci. U měření probíhajících ve vyšší rychlosti (dálnice, železniční koridory) se předpokládá měření v obou směrech dané liniové stavby za účelem získání dostatečného množství měřených bodů

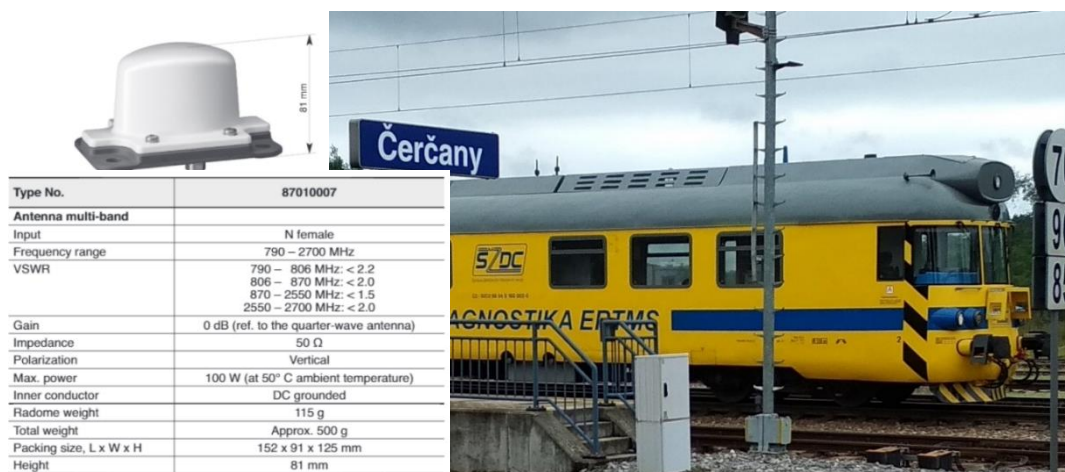
případně opakované měření v požadovaném směru. V případě měření železničních koridorů není maximální rychlost vlaku, na kterém probíhá měření metodikou [5], omezena.

### 3. MĚŘENÍ POKRYTÍ ŽELEZNIČNÍCH KORIDORŮ ČR

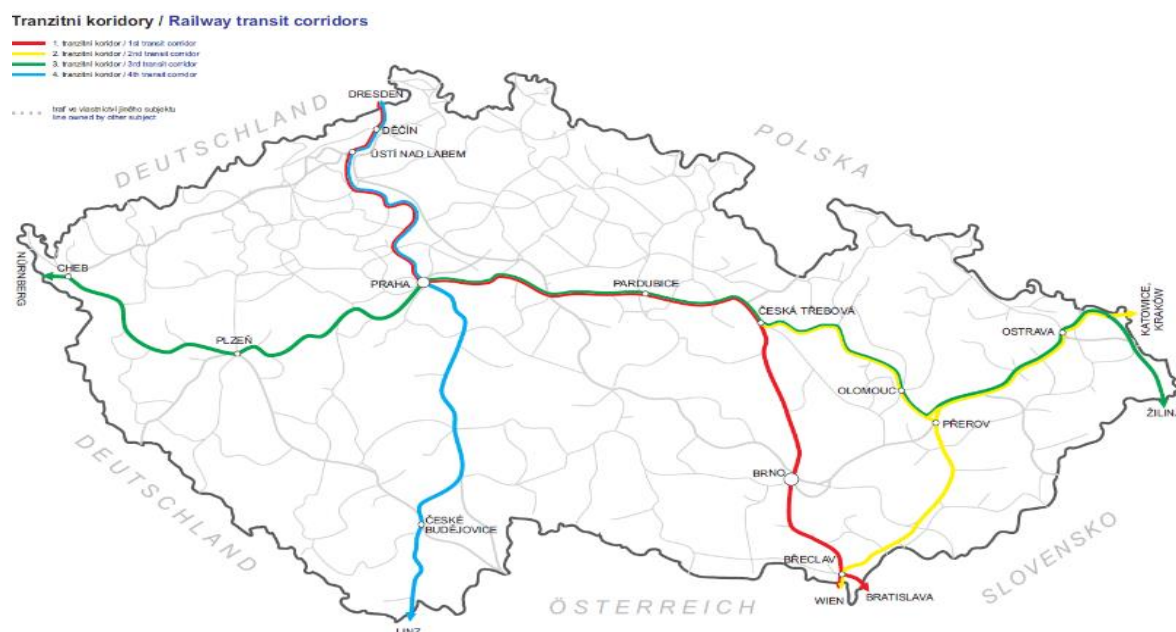
Úřad provádí kontrolní měření pokrytí tranzitních železničních koridorů ČR signály mobilních radiokomunikačních sítí (GSM a LTE) za účelem zjištění stávajícího pokrytí železničních koridorů signálem všech mobilních operátorů v návaznosti na požadavky uvedené v [2] a také za účelem kontroly plnění rozvojových kritérií, ke kterým se vítězové výběrového řízení na udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění vysokorychlostní veřejné komunikační sítě LTE v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz zavázali [1]. Ve spolupráci se společností Správa železnic, státní organizace provedl Úřad kontrolní měření na tranzitních koridorech Děčín – Praha – Brno – Břeclav, Petrovice u Karviné – Ostrava – Přerov – Břeclav, Cheb – Plzeň – Praha – Přerov – Ostrava – Mosty u Jablunkova a Děčín – Praha – České Budějovice – Horní Dvořiště v roce 2021. Měřená síť tranzitních koridorů je zobrazena na obrázku č.1.

Měřicí souprava byla instalována v pronajatém železničním motorovém měřícím voze ERTMS, který má na střeše (ve výšce 4,5m) instalované antény pro měření úrovní rádiových signálů. Technické parametry antén a jejich umístění je na následujícím obr. č. 2.

Pro ověření reálného pokrytí železničních koridorů mobilními radiokomunikačními sítěmi byla zvolena varianta měření v celé délce koridoru, kdy bylo měření prováděno v obou směrech jízdy. Četnost měření byla zvolena s periodou 1 vteřina, tzn. při maximální rychlosti měřicí soupravy 120 km/hod byly měřicí body od sebe vzdáleny cca 33 m, při průjezdu v obou směrech jízdy pak došlo k jejich vzájemnému proložení. Naměřená data dle výše zmíněného jsou dále zpracována a vizualizována nad mapovým podkladem ve formě jednotlivých úseků rozdělených po 250 metrech. Do každého takového úseku spadá větší počet bodů, z nichž je počítán průměr a dle výsledných hodnot pro dané měřicí síť (rádiových i datových limitů) je úsek považován za pokrytý nebo nepokrytý. Limitní úrovně GSM a LTE pro vyhodnocení naměřených signálů jsou stejné jako v případě měření pokrytí dálniční sítě. Pouze výška měřicí antény je v tomto případě stanovena na 4,5 metru



Obr. 1 - Motorový měřicí vůz ERTMS s použitými anténami



Obr. 2 - Měřená síť tranzitních koridorů

Koridor	T-Mobile LTE		O2 LTE		Vodafone LTE		T-Mobile GSM		O2 GSM		Vodafone GSM	
	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor
	% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí		% pokrytí	
1	94,23	81,07	93,71	82,25	97,94	86,78	100,00	96,67	100,00	97,22	100,00	97,28
2	88,48	75,80	90,21	80,91	96,72	81,20	100,00	98,11	100,00	98,03	100,00	96,77
3	90,33	74,98	92,36	79,08	96,29	79,12	100,00	96,25	100,00	95,85	100,00	95,46
4	97,13	80,72	95,42	82,01	98,43	86,20	100,00	98,63	100,00	98,97	100,00	98,15

Obr. 3 - Tabulkové výsledky z měření hlavních koridorů v roce 2021

#### 4. ZLEPŠENÍ DOSTUPNOSTI RÁDIOVÝCH SIGNÁLŮ UVNITŘ VLAKOVÝCH SOUPRAV A VOZŮ

Specifikem pro dostupnost signálů mobilních radiokomunikačních sítí na železničních koridorech není jenom vlastní pokrytí železničního koridoru signálem mobilních sítí (podle podmínek výběrového řízení jsou definovány parametry signálu na střeše vozu), ale významnou roli v dostupnosti signálu pro účastníka-cestujícího mají vlastnosti železničního vozu, resp. jeho útlumu, kterým zeslabuje signál uvnitř vozu. Z tohoto důvodu bylo už při prvním měření v roce 2016 nedílnou součástí i ověření útlumu nejčastěji používaných typů železničních vozů. Detailní výsledky měření útlumu železničních vozů jsou uvedeny v [6].

K zajištění kvalitního a pokud možno nepřerušovaného přístupu cestujících k hlasovým i datovým službám prostřednictvím mobilního telefonu uvnitř železničních vozů je třeba jak zvýšit dostupnost mobilního signálu na železničních koridorech, tak

minimalizovat útlum železničních vozů z hlediska rádiových signálů. Moderní železniční vozy se totiž z hlediska propustnosti elektromagnetických vln chovají jako tzv. Faradayova klec, tzn. minimalizují průchod rádiových signálů z vnějšího prostředí do vozu, stejně tak signálů z vozu do vnějšího prostředí. Dokonce lze říci, že čím modernější vůz je, tím je jeho negativní vliv na rádiové signály větší. To je dáno jednak moderními materiály skříně vozu, jednak použitím moderních pokovených oken, která díky velkému teplotnímu odporu podstatným způsobem zlepšují teplotní izolaci vozů, což má pozitivní dopad na prostředí uvnitř vozu z hlediska teploty. Vedlejším efektem pokovených oken je ovšem podstatně horší průchod rádiových signálů do/z vozu. V současné době dostupných technických řešení ke zlepšení dostupnosti rádiových signálů uvnitř vozů se nabízejí dvě.

Jednou možností je instalace tzv. opakovačů mobilního signálu. Zjednodušeně lze říci, že se jedná o aktivní rádiové zařízení instalované ve voze, které má své přijímací a vysílací antény umístěny jak ve voze (obvykle ve formě vyzařovacích kabelů), tak vně vozu na jeho plášti. Opakovač při správné konfiguraci přenáší (reprodukuje) signál vně vozu do vozu a naopak. A to ve všech kmitočtových pásmech, pro která je nakonfigurován. Toto řešení je vhodné zejm. pro vozy s největším útlumem skříně/oken. Jeho výhodou je (v případě použití vyzařovacích kabelů) vytvoření v podstatě homogenního pole rádiových signálů v celém prostoru vozu. Další výhodou je využití ziskových venkovních antén umístěných v horních částech vozů. Díky tomu, že se jedná o antény s lepšími rádiovými parametry, než které jsou integrovány v mobilních telefonech, navíc umístěné ve výšce horní části skříně vozu, tedy ve větší výšce než telefon v úrovni hlavy telefonujícího, lze v ideálním případě uvnitř železničního vozu dosáhnout lepší úrovně a kvality signálu, než jaké by dosáhl telefonující stojící v blízkosti železničního koridoru vně vozu. Mezi nevýhody tohoto řešení patří vyšší pořizovací náklady, energetická náročnost (aktivní zařízení odebírající el. energii), potřeba pravidelného servisu, nutnost schválení technických změn na vozech při instalaci zařízení. V neposlední řadě je třeba pamatovat na to, že provoz takového zařízení může být v různých zemích zatížen jinou legislativou, tedy podmínkami provozu. Např. v ČR se jedná o provoz zařízení podle Všeobecného oprávnění č. VO-R/24/07.2022-14 k provozování zařízení infrastruktury pro šíření rádiových signálů uvnitř tunelů, budov a vlaků.

Jako druhé řešení ke zvýšení dostupnosti rádiových signálů uvnitř vozů se nabízejí propustná okna, tzn. pasivní stěny, které nijak aktivně neblokují průchod rádiových signálů z/do vozu. Instalace běžných propustných oken by sice byla vhodná z hlediska průchodu rádiových vln, ale chybějící pokovení by mělo negativní dopad na prostředí (teplotu) ve voze. V současné době jsou ale na trhu technologie, jako je např. rastrované okno, kdy je v pokovené okenní vrstvě laserem vytvořena propustná mřížka. Ta téměř ideálně propouští rádiové signály, ale z teplotního hlediska se neuplatní, okno se tedy stále chová jako pokovené. Mezi výhody takového řešení patří nižší pořizovací cena a téměř nulový vliv na spotřebu el. energie. Existují dokonce varianty řešení, kdy není třeba nepropustná okna za propustná měnit, ale kdy původní nepropustné okno je možné upravit na rastrované přímo na voze bez potřeby jeho demontáže. Další výhodou tohoto pasivního řešení je podstatně menší vliv na technické změny vozu, řešení je navíc možné bez omezení provozovat ve všech zemích, kam vozy zajíždí. I toto řešení má ale své nevýhody. Z hlediska úrovně a kvality rádiových signálů uvnitř vozu se vždy bude jednat o řešení horší než v případě instalace opakovačů, protože každé okno, i to téměř ideálně propustné, nějaký útlum rádiových vln přeci jen má. Elektromagnetické pole uvnitř vozu nikdy nebude při použití propustných oken zcela homogenní, přímo u oken bude intenzita i kvalita signálu vyšší než např. v chodbě vlaku, či u sedadel umístěných mezi dvěma okny. Podstatně více se také projeví aktuální poloha vlaku vůči základnové stanici mobilního operátora, protože signály přicházející kolmo na vůz projdou oknem podstatně lépe než signály přicházející rovnoběžně s podélnou osou vozu. Při posuzování výhodnosti či nevýhodnosti tohoto řešení je třeba také pamatovat na to, že na propustná okna musí být pro správný efekt upravena všechna okna ve voze, zatímco v případě opakovačů postačuje jeden opakovač s vyzařovacími kabely pro pokrytí jednoho, nebo dokonce i více vozů (v případě nedělitelných vlakových souprav). Toto řešení s propustnými okny je tak vhodné zejm. pro vozy s menším útlumem skříně/oken, kde by navíc provozování opakovače mohlo vést ke



vzniku rádiových interferencí (při nedostatečném odizolování signálů opakováče vně a uvnitř vozu).

Z výše uvedeného je zřejmé, že obě technologie pro zlepšení dostupnosti rádiových signálů uvnitř vozů jsou využitelné, byť každá v jiných případech. To koneckonců potvrdilo i měření provedené v závěru roku 2021 ČTÚ, o výsledcích srovnávacího měření pokrytí signálů mobilních sítí uvnitř vlakových souprav RailJet a InterJet na železničním koridoru Praha–Blansko. V RailJetu ČD (modrá vlaková souprava) probíhalo měření bez instalovaného opakováče a souprava byla vybavena z pohledu rádiového signálu nepropustnými okny. V RailJetu OBB (červená vlaková souprava) probíhalo měření se zapnutým opakováčem se stejnými okny jako v případě „modrého“ RailJetu. Ve vlakové soupravě InterJet měření probíhalo v konfiguraci bez opakováče a z pohledu rádiového signálu s propustnými okny.

Z naměřených dat vyplynulo, že ve vlakové soupravě využívající opakováč byla (právě díky využití opakováče) dostupnost a kvalita hovorových i datových služeb nejstabilnější. Po celou dobu měření bylo možné uskutečňovat zkušební hovory, při kterých bylo navázáno telefonní spojení bez výskytu abnormalit, šumu nebo výpadků probíhajících spojení. Obdobný závěr bylo možné konstatovat i u datových spojení, kdy byla měřena úroveň signálu a rychlost stahování dat. K výpadkům docházelo pouze v případech, kdy i vně vlakové soupravy bylo pokrytí mobilním signálem již nedostatečné (neosídlená území, tunely a podobně). V případě vlakové soupravy s propustnými okny bez opakováče bylo z měření zřejmé, že v porovnání s vlakovou soupravou bez propustných oken s opakováčem byla intenzita elektromagnetického pole v místě měření zhruba o polovinu (tedy o cca 3 dB) menší oproti soupravě s opakováčem. V místech s dobrým pokrytím vně vlakové soupravy nedocházelo uvnitř vlakové soupravy k poklesu úrovně signálu sítí na mezní hodnotu a k případným rozpadům spojení. V případě míst s dostatečným pokrytím vně železničního vozu se z důvodu útlumu vlakové soupravy začaly v místě měření uvnitř železničního vozu již vyskytovat abnormality a výpadky měřených sítí. V soupravě bez propustných oken a bez opakováče při měření docházelo k výpadkům signálů uvnitř vlakové soupravy, a tím docházelo k nedostupnosti služeb jednotlivých mobilních radiokomunikačních sítí. Průměrný rozdíl úrovně signálu z celkového měření byl větší než 9 dB (tedy více než osminásobný) ve srovnání s vlakovou soupravou bez propustných oken s opakováčem a vlakovou soupravou s propustnými okny bez opakováče.

## 5. ZÁVĚR

Měření pokrytí na železničních koridorech je komplikovaná činnost a četnost měření je závislá na dostupnosti drážního měřicího vozu. Aktuální výsledky měření pokrytí železničních koridorů (2021) jsou zpracovány a prezentovány v aplikaci, která je veřejná a dostupná na stránkách: <https://vportal.ctu.cz/intro>. Detailním rozбором naměřených výsledků lze identifikovat úseky obsahující nepokryté body. V případě rychlých střídání těchto úseků dochází k tomu, že účastnický terminál (mobilní telefon) nemá dostatek času k přihlášení do sítě, takže subjektivní posouzení pokrytí může být nižší než stanovené měřením.

Kontrolním měřením uskutečněného v roce 2021 bylo ověřeno, že všichni tři operátoři plní podmínky aukce pro pokrytí železničních koridorů. Mobilní operátoři T-Mobile a O2 mají problém se SINR (Signal Interference + Noise Ratio) na více místech než Vodafone.

Na železničních koridorech je přístup ke službám mobilních sítí uvnitř železničních vozů bez dalších technických řešení značně omezen. Nejvhodnějším řešením je jednoznačně instalace tzv. opakováčů v železničních vozech.

Další kontrolní měření je plánováno koncem roku 2023, kdy bude měřeno pokrytí nejen hlavních železničních koridorů ale i vedlejších železničních koridorů v síti TEN-T. I tentokrát bude vše realizováno ve spolupráci společnosti Správa železnic, státní organizace.

## LITERATURA

- [1] Vyhlášení výběrového řízení na kmitočty v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz, dostupné na: [Aukce kmitočtů 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz](#)
- [2] Příloha 3 k Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů k zajištění veřejné komunikační sítě v pásmech 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz, dostupné na: Výpočet a měření
- [3] Vyhlášení výběrového řízení za účelem udělení práv k využívání rádiových kmitočtů pro zajištění sítí elektronických komunikací v kmitočtových pásmech 700 MHz a 3400–3600 MHz, dostupné na: [Aukce kmitočtů 700 MHz a 3400–3600 MHz](#)
- [4] Postup při měření rychlosti přenosu dat v mobilních sítích dle standardu LTE, dostupné na: [Postup při měření](#)
- [5] [Metodika pro měření a vyhodnocení datových parametrů mobilních sítí elektronických komunikací verze 2.3](#), dostupné na: [Metodika pro měření a vyhodnocení](#)
- [6] Zpráva o výsledcích měření útlumu stěn železničních vozů pro signály mobilních sítí, dostupné na: [Měření útlumu stěn](#)



## **PROBLEMATIKA DIAGNOSTIKY GSM-R**

### **Ing. Jiří Šustr** **Správa železnic, Centrum techniky a diagnostiky**

Diagnostika GSM-R a obecně diagnostika všech drážních rádiových systémů pomocí měřicího vozu je důležitou součástí komplexní diagnostiky dopravní cesty umožňující provádět měření a analýzu na tzv. rádiovém rozhraní.

Rádiové rozhraní je základní rozhraní každého rádiového systému představující prostor mezi infrastrukturní a mobilní stranou, na kterém jsou definovány základní úroňové a kvalitativní parametry tohoto systému. Měření a následná analýza těchto parametrů představuje základní prostředek pro možnost objektivního posouzení daného rádiového systému z hlediska splnění příslušných mezinárodně závazných kritérií, či kvalifikované rozhodování v oblastech týkajících se bezpečnosti, spolehlivosti, provozu, údržby, obnovy a modernizace.

Diagnostika GSM-R za pomoci specializovaného drážního vozidla - měřicího vozu představuje zejména měření a záznam klíčových parametrů pokrytí a chování mobilního terminálu, které jsou následně vyhodnocovány post-processingem a podle účelu a fáze života rádiového systému je můžeme dělit na:

- **Předprojektové měření**, které ověřuje softwarové simulace pokrytí zájmového území rádiovým signálem o požadované úrovni a kvalitě a poskytuje informace pro rádiové plánování v rámci stavby, tedy pro stanovení a potvrzení správnosti umístění a konfigurace BTS.
- **Akceptační měření**, které dokumentuje skutečné pokrytí, kvalitu signálu a KPI QoS na rádiovém rozhraní dokončené a předávané stavby a slouží jako podklad pro proces předání stavby i jako důležitá reference pro následné periodické či poruchové měření.
- **Periodické měření**, které cyklicky ověřuje a dokumentuje stav parametrů rádiového rozhraní a umožňuje sledovat jeho vývoj v čase a navrhnout případná nápravná opatření.
- **Poruchové měření**, které ověřuje stav rádiového rozhraní po opravě poruchy traťového rádiového systému na jeho rádiové části.
- **Optimalizační měření**, které poskytuje podklady pro optimalizaci traťového rádiového systému, resp. ověřuje výsledky změn jeho konfigurace.
- **Ostatní měření** související s rádiovým rozhraním, např. v případě výskytu rádiového rušení jde o měření potřebné pro proces vyhledávání, identifikace a odstraňování příčin, popř. zdroje rušení, nebo např. měření potřebné při řešení problematiky nevhodné instalace GSM-R antén sloužících pro potřebu ETCS na vozidlech dopravců, nebo např. měření vlivu synchronizačních problémů na přenosové síti na KPI QoS GSM-R na rádiovém rozhraní atp.

Cílem těchto měření prováděných v rámci diagnostiky rádiového rozhraní GSM-R je zajistit dodržení základních úroňových a kvalitativních parametrů KPI QoS jako základního předpokladu bezproblémové a spolehlivé komunikace a průkazné doložení souladu se závaznými mezinárodními požadavky SRS, FRS Eirene, Subsetu 093 a O-2475 pro KPI QoS a na národní úrovni pak splnění požadavků směrnice SŽDC č. 35, kterou se stanovují technické specifikace traťových rádiových systémů.

V současné době pro potřebu diagnostiky rádiových systémů SŽ - CTD využívá dva speciální kolejové prostředky a nově i speciální silniční vozidlo:

- **Motorový vůz** který vznikl v roce 2014 přestavbou motorového vozu řady 851 s maximální povolenou rychlostí 120 km/h.



- **Tažený vůz** který vznikl v roce 1995 přestavbou poštovního vozu řady POST-W s maximální povolenou rychlostí 160 km/h.



- **Mobilní BTS** – nový prostředek pro diagnostiku a podporu rádiových systémů.



## **NOVINKY V ZABEZPEČENÍ VÝHYBEK**

**Ing. Jiří Hlaváč**  
**AŽD Praha s.r.o.**

### **ÚVOD**

#### **Co se změnilo od posledního příspěvku na toto téma**

Poslední příspěvek na téma zabezpečení výhybek byl přednesen na konferenci zabezpečovací techniky v roce 2017 v Českých Budějovicích. Tenkrát byla novinkou výhybka J60 1:26,5-2500-PHS a to po výhybce v Poříčanech její druhá varianta, která byla vložena do ŽST Stěblová. Výhybka umožňuje jízdu do odbočky rychlostí 130 km/h.

Ve výměnové části jsou čtyři výměnové čelistové závěry VZ 200, každý ovládaný jedním přestavníkem řady EP 600. Polohu jazyků dále kontrolují 2x3 snímače polohy SPA41.

Srdcovka s pohyblivým hrotem (PHS) má dva čelistové závěry spojené s hrotem pomocí tzv. zámkové desky a ovládají je dva přestavníky řady EP 600. K indikaci najetí do srdcovky z nesprávného směru slouží snímač polohy SPA45.

Co se od té doby v zabezpečení výhybek změnilo nebo spíše přibylo?

Připomeňme si nejdříve hlavní komponenty zabezpečení výhybek.

### **HLAVNÍ KOMPONENTY ZABEZPEČENÍ VÝHYBEK**

#### **Čelistové závěry VZ 200**

Jsou hlavní částí zabezpečení výhybek v systémech s vnějšími závěry. Pro celou výhybku, tedy i vícezávěrovou nebo s pohyblivým hrotem srdcovky (PHS) je dodáváme jako jednu sadu včetně případných žlabových pražců a pod jedním výkresovým číslem. Pro každou pozici na výhybce má hák čelistového závěru jiný úhel dosedací plochy.

#### **Elektromotorické přestavníky řady EP 600.**

Zajišťují přestavení výhybky, její zapevnění v jedné z koncových poloh a bezpečnou kontrolu této polohy. Dodáváme řadu typů, které se liší způsobem upevnění na výhybku, chodem, rozřezností a vybavením.

#### **Snímače polohy SPA**

Typ SPA41 kontroluje polohu jazyků v oblasti mezi závěry a indikuje případný rozřez ve výměně.

Typ SPA45, je varianta snímače SPA41 určená k indikaci rozřezu na PHS z obou směrů.

#### **Válečkové stoličky nadzvedávací a dotlačovací**

Jsou to pomocná zařízení, která převádějí kluzný pohyb pohyblivých částí výhybky na valivý, tím usnadňují přestavování a také formují jejich tvar v koncových polohách. V nejnovějších výhybkových konstrukcích mohou být součástí výhybky.

## Kabelové závěry

Nepodílejí se přímo na zabezpečení výhybek, ale slouží k elektrickému připojení přestavníků a snímačů. Nově je dodáváme v odolné variantě UPMP-WM vyráběné z recyklovaných plastů.

## NORMA TN AŽD 0721

### TN AŽD 0721 Zabezpečení výhybek soustavy svršku UIC60

3. vydání této normy je z března 2021 a bylo schváleno Schvalovacím listem technické normy č. 15/2011-Z a je tedy závazné i pro použití na tratích Správy železnic.

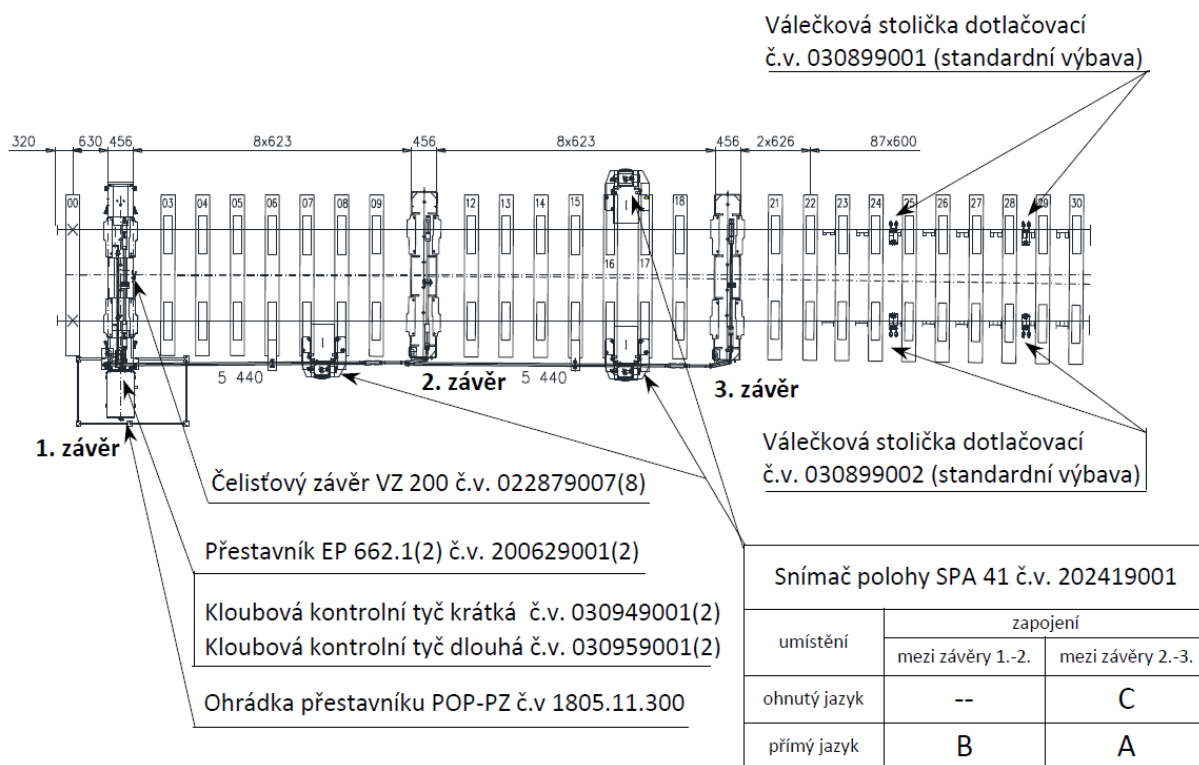
Obsahuje odkazy na normy a předpisy, technicko-provozní požadavky na dotčené výrobky zabezpečovací techniky a přehled sortimentu výrobků.

Nově je do této normy začleněn katalog výrobků výhybkového programu pro výhybky od tvaru J60 1:7-190 do tvaru J60 1:33,5-8000/4000/14000-PHS, který uvádí názvy a výrobní čísla výrobků pro zabezpečení jednotlivých tvarů výhybek, jejich umístění na výhybce a také informaci o vnitřním zapojení snímačů polohy.

Na obrázku je příklad jednoho listu z katalogu:

### J60-1:18,5-1200-zlp-P(L)-p(I)-ČZ

c) samostatná – rychlost  $120 < v \leq 250$  km/h



## ŽLABOVÝ PRAŽEC V ÚZKÉM PROVEDENÍ

Nově navržený žlabový pražec vyhovuje normě ČSN EN 16431, *Žlabové pražce, která je* platná od ledna 2015. Žlabový pražec má šířku jednoho výhybkového pražce, dovoluje tedy lepší a stabilnější podbití ve srovnání s původním širokým žlabovým pražcem. Žlabový pražec umožňuje přírubové upevnění přestavníku, má přípravu pro umístění desky s ohřevem. Proti korozi je chráněn žárovým zinkováním. Pro použití s tímto pražcem jsme navrhli také čelistový závěr s úzkým kovaným hákem.

Úzký žlabový pražec se vyrábí i pro pohyblivý hrot srdcovky. Navrženou a v zahraničí odzkoušenou máme i dělenou variantu vhodnou pro výměnu (náhradu) v místech se ztíženým přístupem. Tato varianta ovšem není schválena pro použití Správou železnic.

## DUTÝ PRAŽEC PRO SNÍMAČE POLOHY SPA

Pro použití na nejnovějších typech výhybek je určen dutý pražec snímače polohy. Jeho šířka je shodná s šířkou výhybkového pražce. Z vrchní části je pod kryty přístup k nastavovací matici táhla snímače. Proti korozi je chráněn žárovým zinkováním. Snímače typu SPA s upravenou upevňovací soupravou se montují k čelu pražce. Táhla i kabel na druhou stranu výhybky jsou vedeny středem pražce, proto pražec neomezuje podbíjení.

## NOVINKY U ELEKTROMOTORICKÝCH PŘESTAVNÍKŮ

Třífázový asynchronní **motor** je vyráběn v nové ekonomické řadě motorů s označením 1LE... s perspektivou výroby minimálně 20 let a se snadnou dostupností. Jeho elektrická pevnost je 4 kV.

Plastový **pastorek motoru** snižuje hluk přestavníku. Má zajištění proti posunutí.

Významně lehčí je nový **kompozitní kryt** přestavníku.

Nové řešení sestavy **pružiny** dovoluje snadnější nastavení především vyšších hodnot přestavné síly.

Použili jsme nové materiály pro konstrukci **kontaktní sady**: nosné desky kontaktů jsou z hliníkové slitiny a původní litinový kryt kontaktů jsme nahradili průhledným a lehčím samozhášivým plastem.

Vylepšili jsme **zatěsnění** kontrolních pravítek a vstupu pro kliku.

Zpřesnili jsme vedení clonek pro optickou indikaci koncových poloh přestavníku.

## ZABEZPEČENÍ VÝHYBKY J60 1:33,5-4000/8000/14000 PHS

Výhybku vyrábí DT-Výhybkárna a strojírna, a.s., Prostějov.

Jednotná konstrukce výhybky umožňuje její zabezpečení jak elektromechanickým systémem AŽD, tak i hydraulickým systémem DT.

Výhybka umožňuje jízdu do odbočky rychlostí 130 km/h.

Vložena byla v červenci 2021 do ŽST Prosenice.

**Výměnová část** obsahuje 6x závěr VZ 200 v úzkém žlabovém pražci, 6x přestavník řady EP 600 v přírubovém provedení, 2x 5 snímačů polohy SPA41 na dutých pražcích snímače, které slouží ke kontrole přilehlé polohy jazyků a u kořene také k indikaci rozřezu. Dále jsou na žlabových pražcích umístěny dorazy jazyků, které slouží k tlumení kmitů jazyků. Ty totiž v odlehle poloze neleží pevně na kluzných stoličkách, ale nacházejí se na válečcích integrovaných do kluzných stoliček.

Pro zajištění jazyků v koncových polohách v nouzovém režimu jsou za prvním závěrem trvale nainstalovány závislostní zámky zamykatelné i ve sklopené poloze.



Část PHS obsahuje 3x závěr VZ 200 PHS v úzkém žlabovém pražci a 3x přestavník řady EP 600 v přírubovém provedení. Závěry jsou uchyceny do stojiny hrotu, protože nový litý rám PHS neumožňuje použití zámkové desky jako v předchozích konstrukcích PHS.

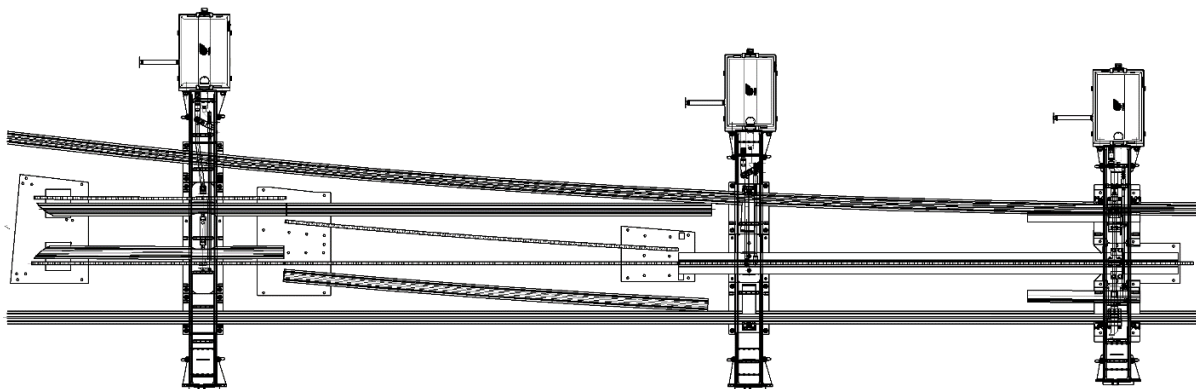
Jeden snímač polohy SPA45 slouží k indikaci rozřezu z obou směrů.

Na prvním závěru je namontován závislostní zámek PHS.

## ZABEZPEČENÍ OZUBNICOVÉ VÝHYBKY

Pro stanice Štrba a Štrbské Pleso bylo zhotoveno 6 nových ozubnicových výhybek. Každá z těchto výhybek má 3 části zabezpečení:

- Čelistový závěr výměny VZ 200 s přestavnicem řady EP600
- Stavěcí zařízení výměny II ovládané přestavnicem řady EPZ 600 s tzv. *funkcí vnitřního závěru*
- Stavěcí zařízení výměny III ovládané přestavnicem řady EPZ 600



## ZABEZPEČENÍ VÝHYBKY J60 1:55,3-PHS

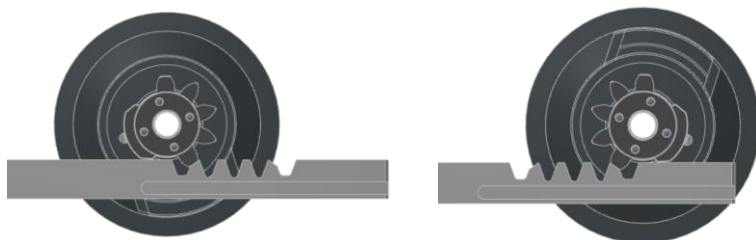
Výhybka je ve stádiu vývoje, připravuje ji DT-Výhybkárna a strojírna, a.s., Prostějov. Jednotná konstrukce výhybky umožní její zabezpečení jak elektromechanickým systémem AŽD, tak i hydraulickým systémem DT. Výhybka umožní jízdu do odbočky rychlostí 230 km/h.

**Výměnová část** obsahuje 8x závěr VZ 200 v úzkém žlabovém pražci, 8x přestavník řady EP 600 v přírubovém provedení, 2x7 snímačů polohy SPA410 na dutých pražcích snímače, které slouží ke kontrole přilehlé a odlehlé polohy jazyků. Dále jsou na žlabových pražcích umístěny dorazy jazyků, které slouží k tlumení kmitů jazyků, protože jazyky zůstávají v odlehlé poloze na válečkových stoličkách. Pro zajištění jazyků v koncových polohách v nouzovém režimu jsou za prvním závěrem trvale nainstalovány závislostní zámky zamykatelné i ve sklopené poloze.

**Část PHS** obsahuje 2x závěr VZ 200 PHS v úzkém žlabovém pražci a 2x přestavník řady EP 600 v přírubovém provedení. Závěry jsou uchyceny do stojiny hrotu, podobně jako u výhybky J60 1:33,5-PHS. Na třetí a čtvrté pozici závěru jsou použity přestavníky řady EPV 600 s vnitřním závěrem. S hrotem srdcovky jsou spojeny pákovým převodem. Jeden snímač polohy SPA410 se zkrácenou pákou slouží k indikaci rozřezu z obou směrů. Na prvním závěru je namontován závislostní zámek PHS.

## PŘESTAVNÍK EPV 600 S VNITŘNÍM ZÁVĚREM

Přestavník EPV 600 vychází z osvědčené konstrukce přestavníků řady EP 600, u kterého jsou na pastorku přestavné tyče a na přestavné tyči vytvořeny dva závěrné zuby. V koncových polohách je přestavník nerozřezný. Chod přestavníku je stejný jako chod jazyků. Jazyky jsou spojeny jazykovou spojnicí a pohybují se společně.



### **SNÍMAČ POLOHY SPA410**

Snímač polohy SPA410 vychází konstrukčně ze snímače SPA41, ale má dvojitou vačku. Spodní část vačky je určena ke kontrole přilehlé polohy jazyka a nastavuje se regulační maticí na táhlu, horní část vačky slouží ke kontrole odlehlé polohy jazyka a je snadno nastavitelná v širokém rozsahu posouváním po spodní části vačky. Snímač lze použít i pro indikaci najetí do PHS z obou směrů. Pokud se předpokládá použití v místě s malým chodem jazyků nebo PHS, je k dispozici varianta s poloviční délkou ovládací páky. Tento typ snímače pod označením KPI-41 používáme v zahraničí.

### **ZABEZPEČENÍ DOLNÍ POLOHY ZDVIŽNÉHO MOSTU**

Na trati Vraňany – Lužec. n Vlt. přes Vraňansko-hořínský plavební kanál jsme realizovali zabezpečení dolní polohy zdvižného železničního mostu. K bezpečné kontrole dolní polohy mostu jsme použili modifikovaný snímač polohy SPA, který vzhledem k velikosti zdvihu mostu cca 3 metry sleduje zdvižnou část mostu pouze při jeho dolní poloze. Z koncové polohy je snímač vychylován pomocnou tlačnou pružinou. Snímač ovládá dva kontrolní obvody. Jeden kontroluje dosažení dolní polohy zdvižné části mostu a druhý kontroluje činnost vratné pružiny. Každý konec zdvižné kolejnice je kontrolován jedním snímačem, použity jsou tedy celkem čtyři snímače polohy.

### **MODULÁRNÍ PŘESTAVNÍK EP 650**

Na žádost zahraničního zákazníka jsme modifikovali elektromotorický přestavník řady EP 600 tak, aby umožňoval udržovat nižší sortiment náhradních přestavníků na skladu uživatele a také zjednodušoval logistiku na stavbách.

Přestavník je modulární koncepce, umožňuje použití motorů třífázových v zapojení hvězda i trojúhelník, motorů jednofázových i stejnosměrných. Má univerzální elektrické zapojení modifikovatelné adresným přívodem, který se připojuje pomocí konektoru. Tím lze získat libovolné zapojení přestavníku a zároveň umožňuje jednoduchou a rychlou výměnu přestavníku v terénu.

Přestavníky řady EP 650 dodáváme ve verzi rozřezné, nerozřezné a nerozřezné do 25 kN s kontrolou polohy.



## **MODERNIZACE MALÉHO ZKUŠEBNÍHO OKRUHU**

**Ing. Jan Vašků**  
**Výzkumný Ústav Železniční, a.s.**

### **1. HISTORIE A SOUČASNOST MZO V ZC VELIM**

Malý zkušební okruh (MZO) je vedle Velkého zkušebního okruhu (VZO) jedním ze dvou železničních zkušebních okruhů Zkušebního centra VUZ Velim (ZCV) společnosti Výzkumný Ústav Železniční, a.s. (VUZ). Byl vybudován v rámci III. etapy výstavby ZCV v letech 1969-1971. Okruh je jednokolejný o délce 3,951 km a sestává ze čtveřice pravostranných směrových oblouků o poloměrech 300 m, 450 m, 600 m a 800 m. Zkušební traťové rychlosti jsou 80 - 115 km/h, po celé délce včetně přípojných kolejí je plně elektrifikován. V trati okruhu jsou umístěny dvě jednoduché výhybky č. 202 a 203, kterými je zajištěno napojení na kolejiště ZCV dvěma trasami. Přípojné koleje jsou propojeny obloukovou výhybkou č. 201 a spolu s okruhem tvoří triangl umožňující obracení vozidel.



Obr. č. 2 - Zkušební centrum VUZ Velim

MZO byl historicky využíván především k uskutečňování dlouhodobých pevnostních a únavových zkoušek vozidel a jejich součástí a dále k ověření různých komponent železničního svršku jízdou zátěžových vlaků. V současné době je využíván především pro provádění jízdě technických zkoušek na vozidlech v obloucích malých poloměrů, k jízdě dynamickým zkouškám pevnosti částí kolejových vozidel a také k dlouhodobým únavovým zkouškám dílů kolejových vozidel. Pro integrační zkoušky slouží MZO také projektům zástaveb palubních jednotek ETCS, kdy slouží například jako vhodná trať pro testy systémů odometrie. Pro tyto účely je také osazen sestavou neproměnných Eurobalíz ETCS s lokalizační informací.

## 2. MODERNIZACE MZO 2023+

Infrastruktura malého zkušebního okruhu se od vybudování na začátku 70. let 20. století principiálně v podstatě nezměnila a zatímco došlo v uplynulých letech k zásadním investičním projektům v rámci VZO a technologií ZCV (napájecí stanic a další), rozvoj MZO zůstal bokem většiny rozvojových projektů firmy. V roce 2022 byl současným vedením zadán úkol k zahájení a přípravě komplexních studií rozvoje MZO pro potřeby zcela nových zkoušek a produktů odpovídajících moderním výzvám a potřebám zákazníků pro následující dekády. V letošním roce byly postupně vypracovány dvě samostatné studie, které jsou aktuálně podkladem pro přípravu konkrétní investiční strategie rozvoje infrastruktury a technologií na MZO. První studie vypracovaná společností Metroprojekt Praha a.s. řeší především možnosti rozšíření samotné infrastruktury a délky zkušební tratě malého okruhu tak, aby zůstaly zachovány stávající charakteristiky díky obloukům malých poloměrů, ale zároveň mohla být trať využita i pro vyšší rychlosti a tedy ulevit kapacitně vytíženému velkému zkušebnímu okruhu. V rámci rozvoje nových produktů VUZ v oblasti kybernetické bezpečnosti a autonomních železničních vozidel byly navrženy další specifické úpravy, které zatraktivní MZO k provádění zkoušek těchto nových systémů. Vznikla tak koncepce tzv. Cyber Rail Polygonu, kterému je věnována dále samostatná kapitola. Druhá studie s názvem Instalace ETCS na MZO zpracovaná společností Signal Projekt s.r.o. řeší koncepci instalace ETCS L2 v obdobně komplexním řešení jako je tomu na VZO. Základním zadáním byla realizace traťové části ETCS tak, aby bylo možné na infrastrukturu MZO provést maximální množství Testů kompatibility ESC-CZ dle specifikace SŽ, s.o. (dle PPD-2/2018, změna č. 1 a novější) a opět tak kapacitně ulevit vytíženému VZO. Toto zadání se podařilo téměř výhradně splnit s výjimkou testů, které vyžadují jízdu maximální konstrukční rychlostí vozidla více jak 80 km/h.

### 2.1 Studie „Modernizace infrastruktury malého železničního okruhu ZC VUZ Velim“

V souladu se zadáním byly v rámci studie zpracovány čtyři základní koncepční varianty rozšíření infrastruktury MZO, které v různém rozsahu naplňují stanovené cíle studie. Tyto cíle jsou zajištění vhodného charakteru kolejíště pro provádění zkoušek jízd autonomně řízených vlaků v souběžné nebo protisměrné jízdě, tedy jde především o zdvoukolejnění části tratě. Druhým cílem bylo zvýšení a sjednocení maximální traťové rychlosti v rámci celého okruhu na 120 km/h. Následující popis jednotlivých variant doplňuje graficky Obrázek 2.

- **Varianta 1** zahrnuje přidání druhé koleje v přímém úseku na jižní straně MZO, mezi přejezd P10506 a stávající výhybku č. 203. Nová kolej je umístěna na vnější stranu okruhu, délka dvoukolejného úseku je cca 350 m mezi námezníky. Osová vzdálenost je 5,0 m, rychlost v hlavní koleji se nemění oproti současnosti, v předjízdne koleji je 80 km/h. Na vnitřní straně okruhu je u hlavní koleje navrženo zřízení zkušební komunikace v těsném souběhu s kolejí. Tato varianta nenaplnuje cíl zadání ohledně zvýšení rychlosti na MZO na 120 km/h, ale nevede k nutnosti záboru nových pozemků pro výstavbu nové trati.
- **Varianta 2** je obdobou varianty 1 s větším rozsahem zdvoukolejnění. Dvoukolejný úsek začíná již ve směrovém oblouku  $R=450$  m v km 4,640, délka úseku je cca 930 m mezi námezníky. Úpravy komunikací jsou principiálně shodné, jen úměrně rozsahu kolejových úprav narůstá i rozsah přeložky polní cesty v jižním souběhu. I tato varianta nenaplnuje cíl zadání ohledně zvýšení rychlosti na MZO na 120 km/h, ale výrazně víc naplňuje zadání na zdvoukolejnění trati.
- **Varianta 3** již počítá s výstavbou nového úseku trati v jižní části MZO v celkové délce 2,863 km, který obchvátí stávající limitující oblouky o poloměru 300 a 450 m. S částečným využitím stávajícího MZO (km 2,727 - 4,064) a spojovací koleje z kolejíště ZC (km 1,568 - 2,727), obojí s úpravou GPK, vzniká tak nový okruh délky 5,359 km s maximální traťovou rychlostí 120 km/h. Stávající trasa MZO i s oblouky malých poloměrů zůstává také k dispozici. Na vnitřní straně okruhu

je u hlavní koleje navrženo zřízení zkušební komunikace v těsném souběhu s kolejí doplněné o nezbytné zázemí pro provádění zkoušek. Nová trať nicméně přináší významné náklady na zajištění nepřerušené vazby dotčených pozemků zřízením nových polních cest a zároveň také nutnost vybudování značného množství propustků a mostků s ohledem na přítomné vodoteče v nové trase trati.

- **Varianta 4** je obdobou varianty 3 s rozšířením o dvoukolejný úsek. Ten je navržen na novém jižním úseku trati v délce cca 1650 m mezi námezníky. Úpravy komunikací, jak polních cest, tak zkušební komunikace, jsou principiálně shodné s variantou 3. Varianta naplňuje všechny stanovené cíle.



Obr. č. 3 - Varianty rozšíření infrastruktury MZO

Jednotlivé varianty jsou dále zpracovány s různými stupni zabezpečení jízdní cesty přes nejjednodušší ruční řešení plně na odpovědnost místní obsluhy až po komplexní zabezpečení jednotlivých vlakových cest rozšířením stávajícího reléového zabezpečovacího zařízení ZCV, případně vybudováním nového plně elektronického stavědla.

Přestože varianty 3 a 4 zcela splňují zadání studie, procesní realizace stavby nového úseku trati na pozemcích, které nyní nejsou majetkem VUZ, se zdá být v současném právním prostředí téměř nerealizovatelná. Jako negativní dopad VUZ považuje i značný územní zásah do krajiny. Zároveň také cenové náklady těchto staveb značně převyšují možnosti výhradního investičního financování z vlastních zdrojů firmy. Na základě vyhodnocení závěrů studie je tak dále zpracovávána Varianta 1 tak, aby efektivně vynaložené náklady na realizaci umožnily rozšíření portfolia zkoušek VUZ dle potřeb zákazníků v následujících letech.

## 2.2 Studie „Instalace ETCS na MZO“

Paralelně se studií rozšíření infrastruktury MZO byla zpracována samostatná studie řešící instalaci traťové části ETCS. Zadáním bylo připravit konfigurovatelnou instalaci obdobné koncepce jako na VZO, která umožní měnit traťové provozní prostředí s ohledem na jednotlivé Testy kompatibility ESC-CZ definované SŽ, s.o. Zároveň musí ale platit, že rozhraní mezi traťovou částí a palubní částí systému ETCS zkoušených vozidel musí být zcela identické jako na komerčně provozované trati SŽ, s.o. tak, aby bylo možné výsledky testů považovat za zcela průkazné. Samotná délka MZO 3,951 km je například pro testy automatických přechodů mezi ETCS LNTC a L2 značně limitující, bylo tak nutné užitečnou

délku tratě pro potřeby ETCS rozšířit i o obě přípojně koleje a triangl vymezený výhybkami č. 201, 202 a 203. Vrstvu konvenčního zabezpečovacího zařízení zajistí stávající SZZ ESA řídicí zkušební ETCS infrastrukturu na VZO, která bude rozšířena o nové úseky trati (přípojně koleje a vlastní MZO). Musí být doplněny úseky počítačů náprav a na určených místech rozmístěny vedle fixních Eurobalíz také jednotky LEU s proměnnými Eurobalízami, aby bylo možné dynamicky měnit přenášené telegramy s ohledem na aktivovanou konfiguraci. Přítomnost LEU jednotek a proměnných Eurobalíz je také nezbytná z důvodu ověření reakce vozidla na specifické telegramy implementace ETCS L1 STOP pro regionální tratě D3, pro kterou je definice nových ESC-CZ testů v přípravě. Pro usnadnění střídavého provozu po přípojných kolejích a MZO budou všechny tři výhybky osazeny elektromotorickými přestavníky s možností místního přestavění v pomocné stavědlové skříni u vlastní výhybky. Pro řízení se předpokládá využití především stávajícího RBC (AŽD REA11) č. 2, které slouží v současném stavu jen pro jednu z konfigurací ETCS na VZO – jízda v L2 s handover (HO) přechody mezi RBC č. 1 a 2. Doplnění konfigurací ETCS pro MZO do adresného SW RBC č. 2 umožní souběžné provádění zkoušek ETCS jak na malém, tak na velkém zkušebním okruhu najednou. Konfigurace ETCS pro MZO byly definovány tři:

### **Konfigurace ETCS KM1**

Tato konfigurace bude použita pro testy, v kterých není potřeba vstup a výstup z/do oblasti L2. Základní provozně technické charakteristiky jsou:

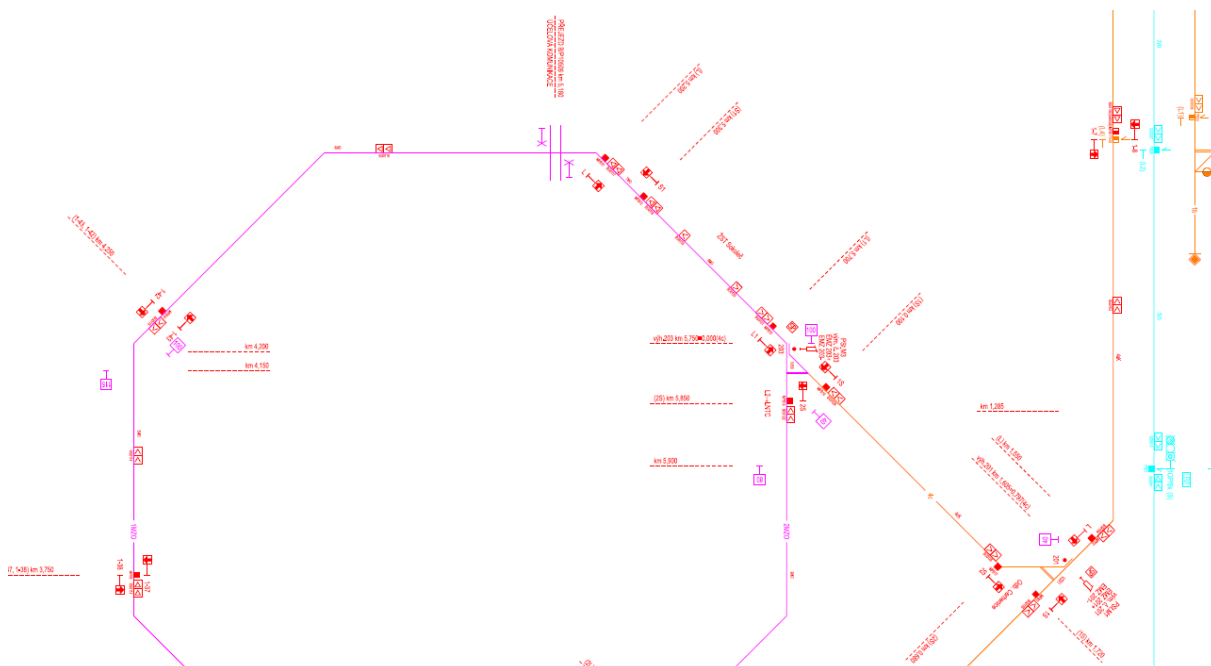
- dvě fiktivní dopravní Sokoleč a Vrbová Lhota, ŽST Vrbová Lhota bude mít jednu staniční kolej dlouhou 400m dělenou cestovým návěstidlem a ŽST Sokoleč bude mít dvě staniční koleje odpovídající situaci trati po realizovaném zdvoukolejnění;
- výhybka č. 202 bude tvořit zhlaví dopravní Vrbová Lhota, výhybka č. 203 zhlaví dopravní Sokoleč, dopravní budou mít v těchto zhlavích dvě vjezdová návěstidla;
- v druhé části okruhu se zřídí mezi oběma dopravními traťová kolej rozdělená dvěma návěstními body autobloku tak, aby vznikly tři traťové oddíly;
- u výhybky č. 201 se zřídí Odb. Cerhenice se třemi vjezdovými návěstidly;
- zřídí se alespoň jeden fiktivní přejezd, přednostně v místě stávajícího přejezdu;
- jedna oblast s povoleným couváním vlaku a traťová podmínka, zákaz zastavení tunel;
- verze s trakcí nezávislou a verze se dvěma závislými trakcemi,
- vhodné místo s různými traťovými rychlostmi (50 – 60 – 70 – 80 km.h-1) pro různé nedostatky převýšení pro rychlostníky N, HN, 150 a NS;
- na spojovací koleji mezi MZO a VZO se zřídí hranice HO do RBC č. 1 umístěná u fiktivního návěstního bodu autobloku.

### **Konfigurace ETCS KM2 a KM3**

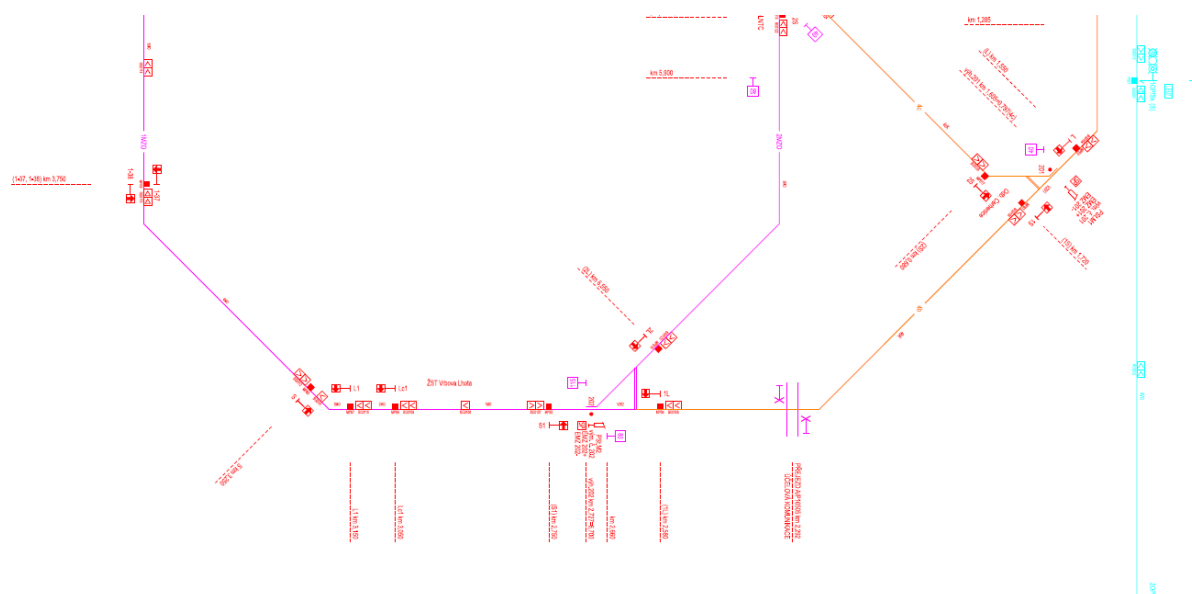
Tato konfigurace bude použita pro testy, při kterých je potřeba vstup a výstup z/do oblasti L2. Základní provozně technické charakteristiky jsou:

- hranice pro vstup se umístí v delší traťové koleji mezi oběma dopravními, v jednom směru se zřídí výstup u protisměrného vjezdového návěstidla dopravní Sokoleč a vstup u oddílového návěstidla (lokalizační značky), které je posledním před vjezdovým návěstidlem dopravní Vrbová Lhota. Pro opačný směr jízdy se výstup zřídí u prvního oddílového návěstidla za dopravnou Vrbová Lhota a vstup u vjezdového návěstidla dopravní Sokoleč;
- i v této konfiguraci se ponechá HO na spojovací koleji.

Konfigurace KM3 je konfigurací odvozenou od KM2 s tím rozdílem, že se výstup v Sokolči upraví tak, aby bylo možno simulovat výstup do Polska (test kompatibility T\_208).



Obr. č. 4 Situace ŽST Sokoleč



Obr. č. 5 - Situace ŽST Vrbová Lhota

Bez ohledu na konečné rozhodnutí rozsahu a varianty realizace modernizace infrastruktury MZO, instalace ETCS na malém zkušebním okruhu má již schválený investiční záměr a předpokládá se praktické zahájení realizace na konci roku 2023 s cílem zprovoznění v druhé polovině roku 2024.

### 3. CYBER RAIL POLYGON

Veškeré investiční a modernizační projekty na MZO mají za cíl vznik zcela unikátního víceúčelového železničního zkušebního polygonu, který bude připraven na požadavky a potřeby zákazníků VUZ v 21. století. Nejedná se jen o úpravy samotné infrastruktury trati a vybavení technologiemi typu ETCS, ale také o doplnění celé řady pomocných

technologií a přístrojů, případně maket a přípravků pro cílené ovlivňování detekčních systémů zkoušených autonomních vozidel. Veškeré tyto prostředky pak budou především doplněny personálem se špičkovými kompetencemi a zkušenostmi v předmětných oborech. Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, předpokládá se v současné době příprava produktů ve čtyřech základních oblastech.

### 3.1 Testování funkčnosti palubního systému ETCS na vozidlech

Tento produkt je již v portfoliu VUZ a je intenzivně využíván v rámci infrastruktury ETCS na VZO. Jedná se jednak o podporu v rámci zákaznických integračních testů, které jsou součástí procesu verifikace a validace zástaveb palubních jednotek ETCS na vozidla, ale především jde o provádění komplexních Testů kompatibility ESC-CZ dle specifikace SŽ, s.o., které jsou povinnou zkouškou pro každé nově schvalované vozidlo s ETCS. Spojení těchto praktických činností se službami autorizovaného subjektu NoBo se ukazuje v rámci celé řady projektů jako naprosto klíčová kompetence, která významně pomáhá zákazníkům VUZ odhalovat a řešit chyby a problémy svých projektů ještě v rámci procesu certifikace a zkoušení a nikoliv až ve finální fázi homologace těsně před termíny předání vozidel koncovému provozovateli.

### 3.2 Testování odolnosti proti vedení kybernetických útoků

Účelem této služby je provádět pro výrobce a provozovatele certifikované testování železničních vozidel potvrzující splnění standardu odolnosti proti vedení kybernetických útoků. Současně provozovaná železniční vozidla většinou nespĺňují elementární požadavky na kybernetickou bezpečnost, a proto jsou potenciální hrozbou pro případné kybernetické útoky vedené nejen na samotné vozidlo ale jejich prostřednictvím také na kritickou železniční infrastrukturu. Vozidlo splňující standard kybernetické bezpečnosti musí prokázat odolnost v těchto směrech:

- vozidlo se nestává „vstupní branou“ pro cílený atak na infrastrukturu prostřednictvím vozidla;
- vozidlo, v případě ataku vedeného pouze na vozidlo s cílem vyvolat mimořádnou událost, se nestává nebezpečnou „překážkou“ v rámci infrastrukturu;
- vozidlo, v případě ataku vedeného pouze na vozidlo s cílem vyvolat nekomfortní prostředí pro pasažéry, neumožňuje takové následky útoku, které by ohrozily nebo omezily pasažéry;
- vozidlo, v případě ataku vedeného pouze na vozidlo s cílem získat data pasažérů nebo data o vozidle, neumožňuje tato data získat.

### 3.3 Testování autonomních vlaků

Železnice je díky pevné jízdní dráze pro provoz autonomních vozidel daleko více vhodná než individuální silniční doprava. Většina významných výrobců kolejových vozidel a vozidlových podsystémů má ve svém vývojovém portfoliu projekt zaměřený na vývoj drážních vozidel podporujících plně autonomní provoz. Na úrovni systémů ERTMS je pak již nově v rámci TSI CCS 2023/1695<sup>1</sup> zavedena funkcionality „ATO over ETCS“ v rámci nové sady funkcí ETCS Baseline 4. V následujících letech si tento nový vývoj a směr vyžádá úpravu legislativy v oblasti bezobslužného provozu drážních vozidel a s tím spojenou potřebu na ověřování a certifikaci těchto vozidel a systémů. Zkušební centrum VUZ nabídne díky rozšíření infrastruktury MZO unikátní příležitost pro plnohodnotnou certifikaci autonomních vozidel odpovídající nově vznikajícím standardům.

<sup>1</sup> PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2023/1695 ze dne 10. srpna 2023 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se subsystémů „řízení a zabezpečení“ železničního systému v Evropské unii a o zrušení nařízení (EU) 2016/919

Cíl tohoto produktu je poskytnout pro výrobce a provozovatele železničních vozidel testování a ověřování funkcionalit autonomních vozidel provozovaných při nejvyšší úrovni automatizace, tedy bez strojvedoucího (GOA3) a bez obsluhy (GOA4).

Ověření funkcionalit vozidla bude obsahovat:

- ověření reakcí na překážky vyskytující se kdekoli na trati a jejím okolí a to ve všech potenciálních provozních situacích (předpokládá se využití modelových maket 1:1 nejrůznějších objektů, které musí autonomní vozidlo korektně vyhodnotit);
- ověření reakce na traťové prvky a další prvky veřejných systémů;
- ověření vztahu k přejezdům a nástupištím;
- ověření přechodu mezi různými zabezpečovacími zařízeními;
- ověření reakce při následné, protisměrné a souběžné jízdě vlaků (nezbytný předpoklad je zdvoukolejnění části trati MZO);
- ověření reakce na provoz a pohyb na souběžných a křižujících pozemních komunikacích;
- ověření průjezdu pod nadjezdem a tunelem;
- ověření funkcí systémů vedení vozidla v případě výpadků zabezpečovacího zařízení;
- ověření vozidla v oblasti bezpečnosti a vyhodnocení rizik.

### 3.4 Testování odolnosti GNSS systémů

Využívání GNSS systémů postupně přechází do aplikací v kritických systémech, jako je právě provoz autonomních silničních a železničních vozidel. Podmínky pro ověřování a certifikaci těchto systémů se proto budou zpřísnovat a v nejbližších letech bude narůstat potřeba na jejich testování v rámci specifických železničních aplikací.

Zkušební centrum VUZ bude nabízet unikátní možnosti testování v podmínkách reálného prostředí na rozsáhlé stabilní infrastruktuře, zajišťující opakovatelnost a přesnost měření. Měření v reálném prostředí představuje nejvíce realistický způsob testování a je preferovaným způsobem testování především v pozdějších fázích vývojového cyklu aplikací a produktů. Cílový zákazník této služby budou výrobci, vývojáři a provozovatelé nových technologií, které využívají GNSS systémy pro navigaci a přesné určování polohy a času. Testovanými objekty mohou být nejen železniční vozidla, ale i jiná vozidla a zařízení, která budou v průběhu testování umístěna na kolejové vozidlo.

Testování bude ověřovat ovlivňování GNSS signálu rušením:

- jamming, kdy je záměrně přehlčován systém rušivými signály;
- spoofing, kdy dochází k modifikaci vysílaného signálu.

## **DIGITALIZACE V OBLASTI ŘÍZENÍ PROVOZU**

**Ing. Martin Šturma**  
**AŽD Praha s.r.o.**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice**

### **1. ÚVOD**

Digitalizace řízení železniční dopravy v prostředí České republiky probíhá několik desítek let. Vlivem technologického pokroku bylo umožněno digitalizovat procesy zejména v centrální úrovni plánování jízdních řádů a popisu drážní infrastruktury (SENA, KANGO). Postupně se trend digitalizace přesunul do operativní úrovně řízení dopravy a nechal vzniknout systémům jako je Informační systém operativního řízení (ISOŘ), a později KADR, od čehož byl již krok k proražení datových tunelů směrem k provozním aplikacím (GTN, EDD,...), hlasovým a vizualizačním systémům pro cestující (HAVIS, INISS, HIS) a informačním systémům jednotlivých dopravců. Pomyslným vrcholem je pak zpřístupnění vybraných provozních informací o pohybech a předpokládaných zpožděních vlaků cestující veřejnosti ve webových a mobilních aplikacích. Digitalizace technologických procesů v dopravě si klade za cíl poskytnout informační servis všem zainteresovaným složkám na dopravě a přepravě se podílejících.

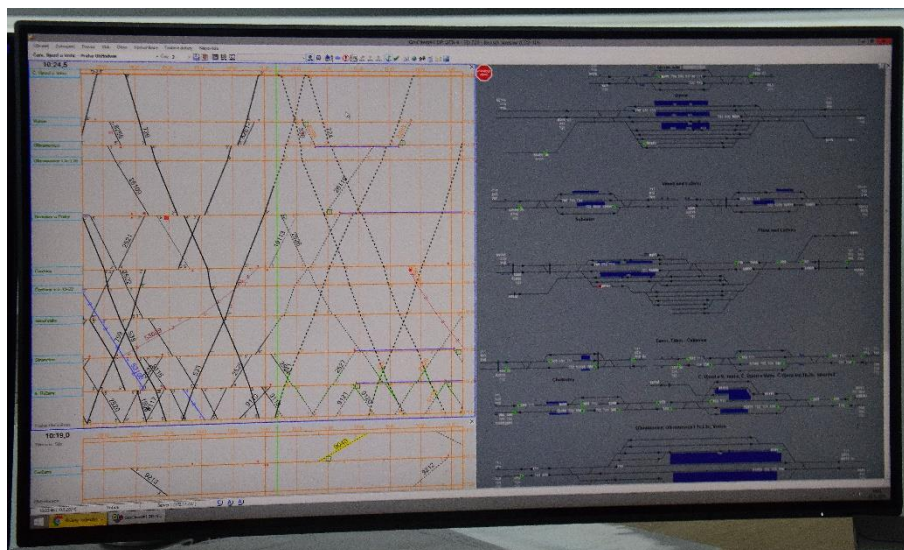
### **2. VLIV DIGITALIZACE NA PŘÍMOU ÚROVEŇ ŘÍZENÍ**

Digitalizace procesů související se zajištěním podpory přímé úrovně řízení železniční dopravy v sobě obsahuje doručení provozně-technologických informací ve správný čas na správné místo. Jedná se zejména o vyhlášení Plánu vlakové dopravy, které se v současné době již neprovádí v pravidelných časových intervalech jako v minulosti ani dle datového ročního jízdního řádu s kalendářem jízd, nýbrž v reálném čase dle aktuálního, prognózovaného denního grafikonu vlakové dopravy. Ten dynamicky zohledňuje operativní poptávku dopravců i nenadálé provozní mimořádnosti. V tomto ohledu znamenal přelom rok 2021, kdy bylo ze systému Kapacita dráhy (KADR) směrem do provozních aplikací zahájeno generování všech denních tras vlaků, včetně adhoc vlaků.

Mají-li dopravní zaměstnanci k dispozici všechna potřebná data o vlacích na jednom místě, přehledně a dostatečně včas, jedině pak mohou optimalizovat svá rozhodnutí a řídit dopravu efektivně.

Jednou z provozních aplikací poskytující potřebné provozní informace dopravním zaměstnancům je provozně-řídící systém TrafficSWing GTN (Graficko-technologická nadstavba zabezpečovacího zařízení). Ten poskytuje skrze datové rozhraní ISCG data informačním systémům pro cestující a vzájemně sdílí data s celosíťovými provozními systémy základního a operativního řízení. Zároveň má přímou vazbu na zabezpečovací zařízení a na základě přenosu čísel vlaků vede elektronickou dopravní dokumentaci. Přes speciální zadávací počítač GZPC umožňuje směrem do zabezpečovacího zařízení posílat povely automatických voleb funkcí (AVF) pro Automatické stavění vlakových cest (ASVC).





Obr. č. 1 - Monitor s provozně-řídicím systémem TrafficSWing GTN s ASVC. Zdroj: autor

### 3. DIGITALIZACE V PRAXI

Teprve na základě dostupné datové základny digitalizovaných dat o jízdě vlaku, tj. znalosti jízdního řádu vlaku, plánovaných kolejí a technologicko-technických parametrů vlaku, lze budovat vyšší stupně automatizace řízení železniční dopravy.

#### 3.1 Automatické stavění vlakových cest jako produkt digitalizace

Dnes již rutinně aplikovanou funkcionalitou je Automatické stavění vlakových cest (ASVC), které povyšuje provozní aplikaci TrafficSWing GTN na provozně-řídicí systém a spolu tak tvoří robustní aplikaci v úrovni přímého řízení dopravy.

Funkce ASVC představuje soubor funkcí automatizující vybrané činnosti v elektronickém zabezpečovacím zařízení typu StationSWing ESA. Aby byla činnost tohoto „automatu“ technologicky a legislativně správná, ale i z pohledu dopravních zaměstnanců předvídatelná, a její rozhodnutí transparentní, vyžaduje pro svoji činnost spolehlivý přísun dat provozního charakteru z nadřazených informačních a řídicích systémů. Kvalita a včasná dostupnost takovýchto informací není ani v dnešní době zdaleka optimální a na základě tohoto faktu jsou ve funkci ASVC obsaženy algoritmy, které chybějící údaje dopočítávají (např. eliminace nadbytečných pobytů při prognóze výhledové dopravní situace) nebo dle předem daných pravidel doplňují (např. chybějící plánované staniční koleje).

Průběžná modifikace plánu výhledové dopravy je naprosto zásadním předpokladem zvýšení kvality predikce budoucího vývoje dopravy. K základním jízdním dobám vlaků ISOŘ již částečně modifikuje výhledovou dopravu o časové přírážky v úsecích s vyhlášenou pomalou jízdou. Případně předsouvá trasy ještě nevyjetých nebo odstavených vlaků. K tomu funkce ASVC přidává dopravnímu zaměstnanci možnost manuálního modelování výhledové dopravy formou tzv. Dispozičních kritérií. Ta v sobě zahrnují pokyny pro naplánování křižování, předjíždění a vyčkávání na přípojný vlak. V reálném čase funkce ASVC sleduje stav odvíjející se dopravy v reliéfu zabezpečovacího zařízení a ve vhodný okamžik, například po předjetí vlaku, automaticky zajistí postavení odjezdové vlakové cesty (VC) zastavenému vlaku.

Na tyto manuální a do značné míry lokální povely aktuálně navazuje projekt Dopravních dispozic celosíťového užití ve spolupráci se systémem ISOR.

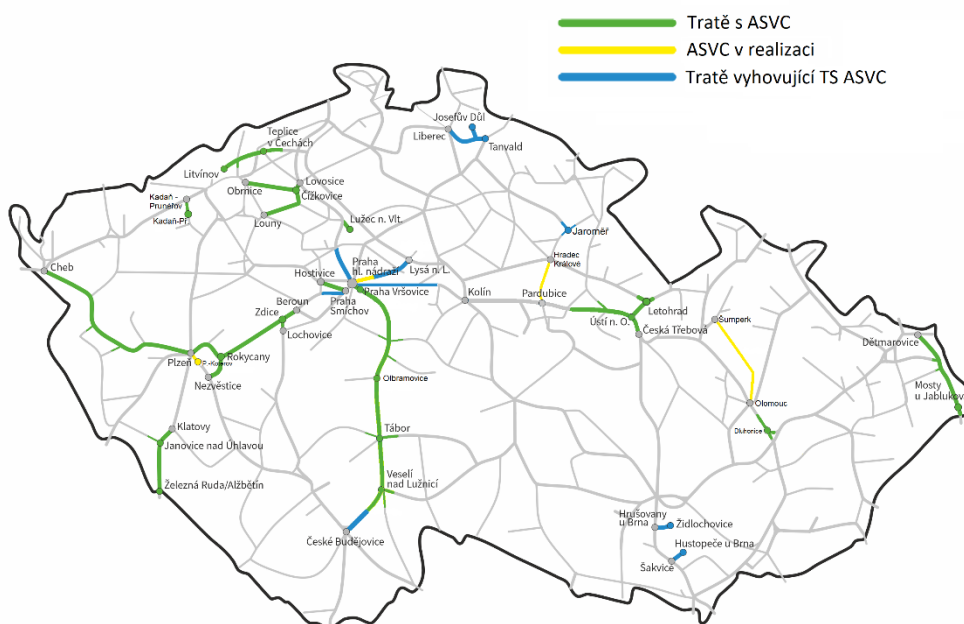
ASVC aktuálně umožňuje automaticky směrem do elektronického stavědla generovat povely:

- AVF VC – postavení základní vlakové cesty na plánovanou kolej.
- AVF VCO – postavení vlakové cesty s omezenou rychlostí, pokud následkem prokluzu nebo blokace od jiné vzájemně vyloučené VC nelze postavit jízdní cestu typu VC.
- AVF ZTS> – požádat výstupní dopravnu o udělení traťového souhlasu, uvnitř jedné řízené oblasti je funkcí Automatická funkce DOZ souhlas bez nutnosti zásahu dopravního zaměstnance automaticky otočen do požadovaného směru.
- AVF PUP – funkcí Předběžného uzavření přejezdu ASVC přidrží přejezd na zhlaví uzavřený po průjezdu prvního vlaku pro vlak druhý, je-li to provozně výhodné.
- AVF PODJ> – před postavením odjezdové VC do výstupní stanice vygeneruje ASVC povel Předvídaného odjezdu daného PODJ> s časem aktuálně plánovaného odjezdu z poslední řízené dopravní.

ASVC nabízí svému uživateli i další podpůrné funkcionality, která jsou již přímo nebo nepřímo závislé na kvalitě vstupních dat:

- Automatický obrat vlaku (AOV) - Při aktivní funkci AOV nabízí TrafficSWing GTN dopravnímu zaměstnanci na základě shody čísel hnacích vozidel a časově odpovídajících poloh tras vlaků v Listu GVD automaticky nejvhodnější výchozí vlak k vlaku končícímu. V okamžiku vjezdu končícího vlaku na staniční kolej je automaticky smazáno jeho číslo v zabezpečovacím zařízení a vloženo číslo vybraného vlaku výchozího. Jedná se tak o návrh možného obratu vlaků, nikoliv dopravcem zamýšlený skutečný obrat. Zejména během mimořádných změn v řazení vlaků není přenos aktualizovaných údajů do provozních aplikací uspokojivě dořešen, a to z pohledu včasnosti pořízení změny.
- Vyhledávání dopravních konfliktů je funkce hledající potenciální dopravní konflikty mezi vlaky (např. křižování na téže staniční nebo traťové koleji), nebo konflikt mezi vlakem a dopravní infrastrukturou (kontrola délky vlaku s užitečnou délkou kolejí, přítomností nástupiště, trolejového vedení...). Důvěryhodnost vyhledaných dopravních konfliktů je přímo závislá na přesném a jednotném popisu dopravní infrastruktury a časových polohách více či méně modifikovaných tras vlaků.

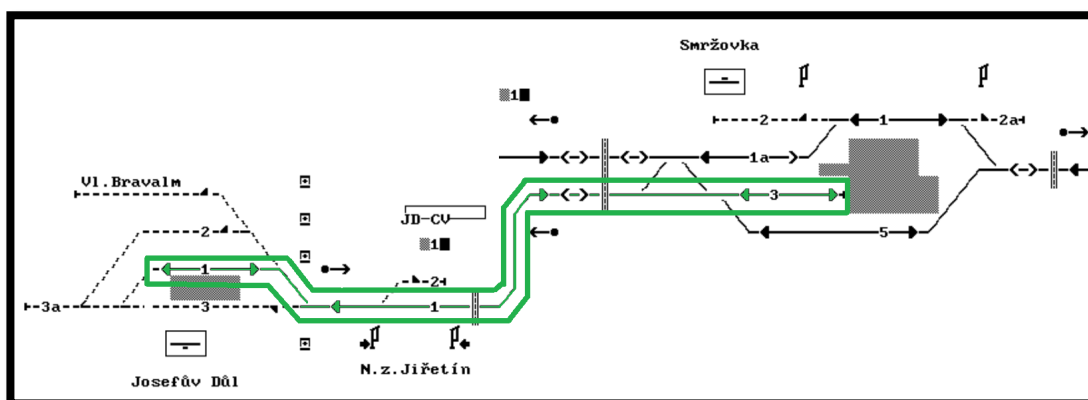
Každá dílčí automatizovaná funkce ASVC zpracovává digitalizovaná vstupní data do užitečných funkčních vlastností, které výhodně doplňují lidský činitel v otázce rychlosti obsluhy zabezpečovacího zařízení, nekonečné trpělivosti a neúnavnosti. Navíc těchto vlastností je využíváno nad teoreticky neomezenou množinou dopravních situací naráz v jeden okamžik.



Obr. č. 2 - Mapa tratí s funkcí ASVC, aktuální k 10. 2023 (zahrnuje 668 km tratí a 94 dopravních bodů). Zdroj: autor

### 3.2 Automatická linka

Aktuální funkční vlastnosti obsažené v ASVC umožňují převádět jednodušší dopravní situace do režimu automatizovaného zajištění řízení provozu. V této souvislosti se z pohledu obsluhy zabezpečovacího zařízení hovoří o „automatické lince“, jejíž všechny rutinní úkony spojené s obsluhou zabezpečovacího zařízení zajistí ASVC. Jako příklad tratě vhodné k využití konceptu „automatické linky“ je trať s pravidelnou taktovou osobní dopravou obslouženou jediným úvratjícím vozidlem po celý den, nebo jeho značnou část. Funkce ASVC v každé úvratové stanici zajistí identifikaci vhodného obrátového vlaku, jeho automatické přečíslování (AOV), otočení traťového souhlasu (AVF ZTS>), postavení odjezdové VC (AVF VC) a případné přidržení uzavřeného přejezdu ve zhlaví stanice, je-li to provozně výhodné (AVF PUP). Dopravní zaměstnanec do procesu zasahuje pouze tehdy, je-li třeba zajistit přípojné vazby v obrátových stanicích. Trať vhodnou pro ověření konceptu „automatické linky“ je např. trať 034 mezi koncovou stanicí Josefův Důl a stanicí Smržovka, kde je po celý den nasazeno zpravidla jediné hnací vozidlo, které vykoná v pracovní den přes 40 jízd a obrátů.



Obr. č. 3 - Koncept automatické linky na trati 034. Zdroj: autor

### 3.3 Další rozvoj ASVC

Digitalizace řízení provozu pokračuje těmito projekty:

- VCO predikční – zahrnuje automatické využití jízdní cesty typu VCO v situacích, kdy je třeba predikovat jízdu jiných vlaků, jejichž jízda by mohla být v závislosti na vzájemně vyloučených VC v budoucnosti blokována.
- Uzpůsobení funkčních vlastností ASVC pro tratě s výhradním provozem ETCS. Nutný je zejména rozdílný přístup k vlakům jedoucím na širé trati pod dohledem ETCS a bez něj. Rozdílně se musí pohlížet i na detekci dopravních konfliktů - zastavení dlouhého vlaku má vliv na následné mezidobí.
- Automatické řešení konfliktů navazuje na již vyhledané, zobrazené a popsané dopravní konflikty a umožňuje nabídnout dopravním zaměstnancům sadu variant řešení dopravních konfliktů.
- Automatic train operation (ATO) – předávání optimalizovaného jízdního řádu na vlak, navedení vlaku do optimální časové polohy.

### ZÁVĚR

Před několika málo lety nebylo možné ani pomýšlet na vyšší stupně automatizace uplatňující se v přímé a operativní úrovni řízení železniční dopravy. Je důležité si uvědomit, že jakákoliv nově získaná informace provozního charakteru poskytnutá dalším informačním systémům umožňuje zpřesňovat již využívaná data nebo zavádět do praxe úplně nové funkcionality. A právě i nově vyvíjené funkcionality mohou být dalším zdrojem provozně cenných dat, které mohou využívat ostatní informační systémy. Ze systémů data výhradně přijímajících se tak mohou obratem stát i systémy zdrojová data okolním systémům poskytující. Příkladem budiž projekt Automatic train operation (ATO), kde TrafficSWing GTN v roli stacionární části ATO-TS (ATO Track-side) je zdrojem dat pro palubní jednotku ATO-OB (ATO On-board) umístěnou na interoperabilním hnacím vozidle.

#### LITERATURA:

- [1] Kudláč V.: **Automatické stavění vlakových cest Praha – České Budějovice**, čtvrtletník AŽD Praha Reportér 2/2023
- [2] Šturma M., Polach V.: **ASVC už i na čtyřkolejce**, čtvrtletník AŽD Praha Reportér 2/2022

# **DATOVÉ VAZBY MEZI ZABEZPEČOVACÍMI SYSTÉMY** **(PŘÍNOSY A OMEZENÍ)**

**Ing. Jiří Uhlíř**  
**AŽD Praha s.r.o.**

## **1. POŽADAVEK NA VZNIK DATOVÉ VAZBY**

Původně byla zabezpečovací zařízení (elektromechanické / reléové SZZ, TZZ, PZZ) konstruována převážně jako ucelená zařízení, která zajišťovala komplexní činnost od napájení přes detekci vlaku, ovládací, prováděcí a dohlížecí obvody jako jeden celek. Členění jednotlivých technologických částí bylo prováděno pouze v rámci výstavby jednotlivých reléových stojanů, které byly navzájem propojeny pouze elektrickou vazbou. U takovýchto systémů se tedy nedaly ani jednoznačně určit hranice mezi jednotlivými funkčními celky.

V současné době jsou jednotlivé části zabezpečovacích zařízení výrazně rozděleny do dílčích subsystémů, což je dáno specifickou funkcí a nebo tím, že je subsystém dodáván různými dodavatelskými subjekty, apod. Jedná se například o samostatně dodávané části jako jsou napájecí zdroje, počítače náprav, kolejové obvody, technologie PZZ a jejich periferie, prováděcí část SZZ, obslužná část SZZ, diagnostické měřicí ústředny, atd. Tento způsob výstavby tedy nutně vede ke zřízení elektrických a komunikačních vazeb mezi jednotlivými technologickými subsystémy. V průběhu vývoje je zřetelné, že tyto vazby se stávají stále sofistikovanější. Důvodem je požadavek na jednotnost řešení, zálohování komunikačních linek a HW dílů, přenos komplexnějších informací mezi systémy a jejich dodatečné zabezpečení.

Tento článek v první části popisuje možnosti využití prostředků pro zřízení datové vazby a konkrétní příklad řešení datové vazby pro počítače náprav FAdC. U tohoto příkladu jsou demonstrovány přínosy a možná omezení při použití datové vazby.

## **2. PŘEHLED NEJČASTĚJI POUŽÍVANÝCH KOMUNIKAČNÍCH PROTOKOLŮ**

Co je komunikační protokol? Komunikační protokol je soubor pravidel, která umožňují výměnu informací mezi dvěma nebo více zařízeními v komunikační síti. Tato pravidla definují syntaxi, sémantiku a načasování komunikace, stejně jako možné metody nápravy chyb. Každý komunikační protokol má svou vlastní syntaxi a sémantiku, které definují, jak jsou zprávy formátovány a interpretovány. Některé protokoly jsou založené na textu, zatímco jiné na binárním kódu. Kromě toho mohou být komunikační protokoly synchronní nebo asynchronní v závislosti na tom, jak je komunikace mezi zařízeními synchronizována.

Stručně řečeno, komunikační protokoly jsou zásadní pro to, aby zařízení mohla komunikovat a vyměňovat si informace. Každý protokol má své vlastní specifikace a funkce a je důležité zvolit správný protokol pro požadovanou aplikaci.

### **2.1 Průmyslově využívané protokoly**

Pro sběr dat (např. jednotlivých technologických částí průmyslových aplikací) je nutné mít spolehlivou komunikaci, která zaručí bezpečný přenos. Pro tyto účely se využívají nejčastěji sériové protokoly, včetně sběrnic PROFIBUS, CAN, MODBUS.

### 2.1.1 PROFIBUS

V současné době se používá v průmyslových automatizačních systémech. Tento protokol zajišťuje komunikaci procesních a pomocných dat až do rychlosti 12 Mb / s při podpoře až 126 adres.

### 2.1.2 CAN

Původně vyvinut pro automobilový průmysl, nyní nachází uplatnění i mimo něj. Rychlost sériové komunikace je až 1 Mb / s. Existují dva protokoly, CANopen a DeviceNet, které jsou standardizovány na sběrnici CAN. Tyto dva protokoly vyšší úrovně umožňují interoperabilitu se zařízeními ve stejné průmyslové síti. CAN open podporuje 127 síťových uzlů, zatímco DeviceNet podporuje 64 síťových uzlů.

### 2.1.3 MODBUS

Je jednoduchý open-source protokol, který dokáže připojit až 247 uzlů. Má přenosovou rychlost až 115 kb / s a je snadno implementován na linkách [RS-232](#) nebo [RS-485](#).

## 2.2 Budoucnost patří Ethernetu

Mnoho komunikačních prostředků nyní směřuje k řešení založenému na ethernetu. Jednou z výhod Ethernetu je, že je flexibilní jak s topologií sítě, tak s počtem využívaných uzlů. Proto také existuje mnoho průmyslových protokolů, které se dnes používají. EtherCAT, EtherNet / IP, PROFINET, POWERLINK, Sercos III, CC-Link IE a Modbus / TCP.

Pokud jde o využití v železničním sektoru, hovoří ve prospěch Ethernetu různé výhody mezi něž patří extrémně spolehlivé spojení, rychlý přenos dat v reálném čase a velmi stabilní připojení. Kromě toho jsou komunikační prvky jednoduše dostupné a přenos dat lze kombinovat pro různá média, jako jsou optické kabely, nové i použité metalické zabezpečovací kabely i bezdrátový přenos.

Velkou výhodou Ethernetu je jeho členění na protokolové vrstvy, které zajišťují způsob organizace a strukturování různých funkcí, které musí komunikační protokol vykonávat. Každá vrstva je zodpovědná za specifickou funkci a pracuje ve spojení s ostatními vrstvami, aby byla zajištěna správná komunikace mezi zařízeními a aby bylo zajištěno správné doručení dat.

## 2.3 Datové protokoly používané pro zabezpečovací techniku

### 2.3.1 RaSTA - EULYNX

Důvodem pro vznik projektu EULYNX a specifikací pro jednotný komunikační protokol byly následující - technologie řízení založená na IT má výrazně kratší životnost než robustní venkovní prvky, jako jsou pohony výhybek, návěstidla apod., dá se očekávat, že řídicí elektronika bude předmětem častější výměny než tyto venkovní prvky. Proto projekt EULYNX poskytuje poprvé v historii (v měřítku EU) modulární systém. Nabízí tak přístup na trh specializovaným výrobcům, kteří nemusí dodávat celý sortiment zabezpečovacích zařízení, ale pouze jednotlivé komponenty, jako jsou úrovněvé přejezdy, ovládací a prováděcí část SZZ, počítače náprav a pohony výhybek.

Clem architektury RaSTA - EULYNX je snaha o zajištění celoevropské kompatibility a nové éry efektivního, spolehlivého a udržitelného železničního provozu.

RaSTA (Rail Safe Transport Application) je protokol zajišťující zabezpečení přenosu podle EN 50159 v kategorii 1 a 2., který byl navržen pro použití v oblasti železniční zabezpečovací techniky. Tento protokol zajišťuje bezpečnostní a redundantní vrstvu komunikace.

### 2.3.2 FSE

FSE (Frauscher Safe Ethernet) je proprietární protokol zajišťující zabezpečení přenosu podle EN 50159 v kategorii 1 a 2., který byl speciálně navržen firmou Frauscher pro použití v oblasti přenosu informací mezi počítačem náprav FAdC a nadřazeným zabezpečovacím zařízením (SZZ/TZZ/PZZ).

Protokol FSE byl vyvinut na pozadí požadavků různých zákazníků k poskytnutí datové vazby pro jejich elektronická zabezpečovací zařízení s možností jednoduchého přizpůsobení.

Cílem projektu FSE tedy bylo vyvinout softwarový specifický protokol na základě UDP/IP komunikace mezi dvěma body, který splňuje požadavky CENELEC SIL 4 a EN 50159 do kategorie 2.

Zkušenosti z implementací ukazují, že tento protokol výrazně urychluje integraci počítače náprav FAdC do různých projektů (zařízení). Umožňuje přenést maximálně 512 bajtů aplikačních dat. Při odpovídající konfiguraci umožňuje přenos až 40 počítačích bodů, nebo 80 KU, včetně požadavku na jejich nulování a přenos 24 bitů I/O informací prostřednictvím jedné komunikační jednotky. Protokol podporuje také redundantní řešení, nebo síťové struktury.

## 3. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL FSE

Komunikační protokol FSE je definován následovně:

- Fyzická vrstva – Ethernet 100BASE-TX
- Síťová vrstva – Ipv4
- Transportní vrstva – UDP
- Aplikační vrstva – Aplikační data FSE

Protokol pracuje s pevně přiřazenými IP adresami, nejkratší konfigurovatelný přenosový interval je 100ms a maximální rozsah přenášených aplikačních dat je 512 bajtů.

### 3.1 Aplikační data FSE

Rozsah přenášených dat je omezen na 512 bajtů s tím, že existuje možnost prostřednictvím konfigurací FAdC stanovit, která data počítačích bodů a kolejových úseků se mají zasílat k nadřazenému systému tak, aby nebylo nutno omezovat počet HW jednotek v montážních kazetách (přiřazených do tzv. CAN segmentů).

### 3.2 Data přenášená směrem z počítače náprav

- Stav kolejového úseku - KU (16 bitů)
- Aktuální počet náprav kolejového úseku (16 bitů)
- Informace o počtu náprav projíždějícího vlaku (16 bitů)
- Informace o směru projetí počítačícího bodu (8 bitů)
- Informace o rychlosti projetí počítačícího bodu (40 bitů)
- Informace o průměru železničního kola po projetí počítačícího bodu (40 bitů)
- I/O data (24 bit)

Která z dat budou/nebudou přenášena je konfigurační záležitostí konkrétního projektu.



### 3.3 Data přenášená směrem do počítače náprav

- Reset a typ požadovaného resetu (8 bitů)
- I/O data (24 bit)

## 4. VÝHODY DATOVÉ KOMUNIKACE PROTOKOLEM FSE

### 4.1 Komplexnost přenášené informace

Z obsahu (počtu bitů) aplikačních dat přenášených mezi počítačem náprav a nadřazeným zabezpečovacím zařízením, kterým může být SZZ, TZZ, PZZ, apod. je zřejmé, že **informace poskytovaná pomocí datové vazby je vždy mnohem komplexnější a obsáhlejší**, v porovnání s kontaktní vazbou.

Například v případě informace o stavu kolejového úseku je na základě jednotlivých bitů možno předat informaci nejen o volnosti a obsazení kolejového úseku, ale další doplňující informace o stavu příslušného kolejového úseku.

Z následující tabulky je zřejmé, že pokud například nelze KU vyresetovat po jízdě vlaku následkem poruchy některé části kolejového úseku, pak nám obsah datového telegramu může pomoci upřesnit příčinu omezení a pomoci k rychlejšímu odstranění závady.

Například – KU je obsazen, důvodem je závažná porucha KU a reset je odmítnut z technických důvodů, pak jednoznačně nelze daný KU do doby odstranění závady dále využívat a musí dojít v co nejkratším čase k odstranění závady údržbou (k podrobnějšímu prověření příčiny vzniklé poruchy před zásahem údržby pak může posloužit i instalovaná diagnostika FDS). V případě použití prosté kontaktní vazby počítače náprav k nadřazenému systému se lze o typu poruchy a způsobu jejího odstranění pouze domnívat, protože zpravidla bývají k dispozici pouze informace o stavu obsazení/volnosti KU. I v tomto případě bude ovšem využití diagnostiky vždy přínosem.

Obsah datové informace poskytované jako součást stavu kolejového úseku:

Byte /Bit	Označení	Popis	Status
0/7	CLR	Volnost KU	bezpečnostně-relevantní
0/6	OCC	Obsazení KU	informativní
0/5	NZ	Nenulový počet náprav v KU	informativní
0/4	RR	Reset omezen z důvodu kladné nápravy	informativní
0/3	RAB	Schopnost provedení resetu	informativní
0/2	WCT	Čekání na projetí KU	informativní
0/1	ERR	Závažná porucha KU	informativní
0/0	PT	Částečné najetí do KU	informativní
1/7	CERE	Komunikační nebo redundantní chyba	informativní
1/6	RAC	Reset akceptován	informativní
1/5	RJO	Reset odmítnut z provozních důvodů	informativní
1/4	RJT	Reset odmítnut z technických důvodů	informativní
1/3	rezerva	-	-
1/2	rezerva	-	-
1/1	rezerva	-	-
1/0	rezerva	-	-

Obdobně lze v nadřazeném zařízení využívat i další poskytované informace jako jsou: Informace o směru průjezdu počítačím bodem, případně měření rychlosti průjezdu nad počítačím bodem, informace o počtu náprav v KU, přenos I/O informací, pokud je užitečné tyto informace v nadřazeném zařízení zpracovávat.

#### **4.2 Potlačení rizika vzniku obchozích cest**

Datová vazba na rozdíl od kontaktní elektrické vazby naprosto vylučuje riziko vzniku obchozích cest, které mohou způsobit falešnou indikaci volnosti KU v době obsazení jízdou vlaku. Vzniku obchozí cesty samozřejmě musí předcházet další související závada, nebo selhání na straně údržby, apod. Nicméně v případě kontaktní vazby se tato možnost nedá vyloučit, kdežto u řešení s datovou vazbou je tato možnost naprosto vyloučena.

Stejně tak i falešně vydaný povel k vynulování KU z důvodu poruchového stavu vazebního elektrického obvodu nadřazeného zařízení lze u datové vazby úplně vyloučit.

Pomocí principu optického oddělení je schopna datová vazba lépe potlačit vliv přepětí ve stavědlové ústředně, který se může šířit od kolových senzorů instalovaných ve venkovním prostředí, apod.

#### **4.3 Změna zapojení a přenositelnost zařízení**

V případě použití datové vazby není nutno při změnách konfigurace kolejiště (např. změny počtu KU u provizorních SZZ, apod.) provádět téměř žádné montážní úpravy oproti řešení s kontaktní vazbou, jednoduše mezi kazetami počítače náprav a navazujícím zabezpečovacím zařízením existují pouze propojovací FTP kabely a veškeré změny jsou otázkou softwarových konfigurací. Výhodou je tedy možnost provést veškeré konfigurační úpravy předem a zkrátit tak dobu vyřazení systému z provozu způsobeného prováděnými úpravami.

### **5. NEVÝHODY DATOVÉ KOMUNIKACE PROTOKOLEM FSE**

Níže uvedené požadavky souvisejí s vysokou úrovní technického řešení, které datová vazba přináší (v porovnání s doposud používaným kontaktním rozhraním). Toto sebou tedy přináší určité komplikace, které se dají považovat za nevýhodu při jejím použití.

#### **5.1 Technická úroveň navazujícího ZZ**

Zatímco v případě použití kontaktní vazby, případně vazby realizované prostřednictvím malorozměrových relé, se vždy jedná o jednoduchý a docela zřejmý přenos stavových informací KU. V případě využití datové vazby je vždy nutno na straně navazujícího zařízení použít jednoúčelové elektronické jednotky s vysokou úrovní inteligence, specificky nakonfigurované.

To vyžaduje, aby jednotky byly vybaveny a opatřeny všemi nutnými nástroji, jako je podpora konfigurací, diagnostika, apod.

Rovněž zpracování informací z více kolejových úseků do jediného protokolu sebou přináší zpoždění v přenosu informací o stavu KU do nadřazených zařízení, zejména s ohledem na ochranný čas, tzv. „time-out“ definovaných komunikací.

#### **5.2 Zálohování datové komunikace**

Vzhledem k tomu, že v případě datové vazby je skupina několika KU (většinou se jedná o rozsah jednoho CAN segmentu FAdC, což odpovídá cca 20 KU) přenášena do nadřazeného navazujícího zařízení samostatným komunikačním protokolem, pak případný výpadek tohoto spoje znamená ztrátu informace celého tohoto rozsahu vyhodnocovaných KU / PB / I/O informací. I přesto, že jsou tyto spoje realizované v téměř ideálním pracovním prostředí stavědlové ústředny, nelze tyto poruchy vyloučit a je vždy nutno komunikační linky a WH prvky zajišťující datovou vazbu zálohovat.

Zálohování komunikací a HW dílů pak přináší související nároky na návrh řešení a jeho cenu.

### 5.3 Přezkušování vazebních obvodů

V rámci přezkušování instalace SZZ/TZZ/PZZ je vždy nutno provádět simulaci postupného obsazování a uvolňování KU dané instalace. Tento postup může být v některých případech docela jednoduchý a lze jej zvládnout prostými zkouškami při reálné jízdě zkušebního železničního vozidla, simulací jízdy zkušebním plechem nad kolovými senzory, nebo přímo pomocí simulačních tlačítek na jednotkách počítače náprav. Ve složitějších případech, a nebo je-li vyžadováno provést několik opakovaných zkoušek (např. zkoušky jízdnicích cest SZZ) postupného obsazování a uvolňování KU, je vhodné použít nástroje, které přímo modifikují komunikační protokol a takto zajistí simulaci změny stavu KU. Pro testování instalace FAdC s využitím datové vazby se využívá metoda simulace obsazení KU přímo u jednotek AEB, které vyhodnocují příslušné KU. Tímto způsobem se rovněž prověří i správné přiřazení nakonfigurovaných KU s obsahem bitů komunikačního protokolu a správné přiřazení v rámci navazujícího zařízení.

Pro tyto účely byla navržena testovací kazeta FAdC s CAN rozhraním, která se propojí s testovaným CAN segmentem realizované instalace FAdC. Tento nástroj (testovací kazeta) bude k dispozici jen zkušebním technikům při uvádění zařízení do provozu, nebo rozsáhlých změnách kolejiště. Provozovatel se pak v průběhu provozu musí spokojit pouze ze simulací pomocí tlačítek na čelních panelech jednotek FAdC, nebo simulací jízdy v kolejišti.

Testování správné funkce a přiřazení nakonfigurovaných směrových výstupů PB a přenos I/O informací s obsahem bitů komunikačního protokolu a správné přiřazení v rámci navazujícího zařízení se zkouší přímo na reálném rozhraní vyhodnocovací jednotky AEB.

### 5.4 Změna konfigurace

V případě požadované změny konfigurací (počtu KU, jejich pořadí, případně dalších přenášených parametrů počítačového bodu nebo I/O informací) je vždy nutno provádět změnu adresných konfigurací jak na straně počítače náprav, tak i na straně navazujícího zařízení.

Tyto konfigurace je pak vhodné opatřit například ochranným kódem, který si partneři komunikace navzájem zkontrolují tak, aby nemohlo dojít k jednostranné změně, která by nebyla detekována a mohla způsobit nesoulad poskytovaných a přijímaných dat. Z tohoto důvodu je pak vhodnější použití společného konfiguračního nástroje pro tvorbu konfigurací počítače náprav i navazujícího zařízení. Po změně konfigurací je nutno přezkoušet minimálně úpravou dotčené části komunikačního protokolu (upravované KU apod. dle předchozího bodu). Tedy zjednodušení změny konfigurace z pohledu HW si vyžádá složitější a preciznější postup při přezkoušení.

### 5.5 Nároky na údržbu

Z pohledu údržby jsou nároky na prováděné úkony při použití datové vazby mnohem nižší, než při využití kontaktní vazby. Dá se mluvit o téměř bezúdržbovém řešení. Nicméně je nutno systém opatřit diagnostikou na takové úrovni, aby měl udržující zaměstnanec kompletní přehled o stavu všech částí počítače náprav v reálném čase a rovněž bylo možno události zpětně analyzovat ze zalogovaných souborů. V případě FAdC je toto již řešeno i v současné době (také pro realizace s použitím kontaktní vazby) za pomoci diagnostického systému FDS.

### 5.6 Porovnání finančních nákladů

Celkové náklady na realizaci počítače náprav s datovou vazbou se částečně přesouvají z oblasti nákladů za dodaný HW do nákladů za redundantní SW. Zjednodušeně

řečeno FAdC s datovou vazbou obsahuje méně HW dílů a zabírá méně montážního prostoru, stejně tak na straně navazujícího zařízení může dojít k významné redukci I/O jednotek. U řešení s datovou vazbou rozhodně dochází k úspoře montážní práce v terénu, ta se ovšem přesouvá ve větší míře do oblasti IT a tvorby SW.

Částečná úspora nákladů za HW je rozmělněna zvýšenými náklady za jednoúčelové jednotky využívané pro datovou vazbu, které jsou na vyšší technické úrovni než u řešení s kontaktní vazbou. K tomu je také nutno zohlednit i náklady na adresný software a redundantní HW pro plné zálohování komunikačních linek s datovou vazbu.

## 6. ZÁVĚR

Datová vazba všeobecně poskytuje mnohem komplexnější a obsáhlejší informace o provozním stavu daného zařízení (u FAdC - stav KU, PB, I/O informací). Vyžaduje rozhraní na mnohem vyšší technické úrovni, jednoúčelově nakonfigurované pro danou aplikaci. Datová vazba vyžaduje SW ochranu proti záměně komunikačních linek a kontrolu pro případné změny konfigurací, tak aby např. po výměně konfigurací v jednom ze systémů (FAdC nebo nadřazené zařízení) nemohlo dojít k chybné interpretaci přenášených dat (např. záměně stavu jednotlivých KU). Datová vazba vždy vyžaduje dodatečné nástroje ke konfiguraci a instalaci diagnostiky pro účely údržby apod.

Naproti tomu kontaktní (reléová) vazba je vždy mnohem jednodušším řešením, většinou naprosto transparentní jak z pohledu indikačních prvků, tak i navázání na další navazující obvody SZZ/TZZ/PZZ. Z pohledu údržby je vždy pro zaměstnance „čitelnější“ a lze u ní snáze dohledat a odstranit případnou závadu. Pro určitou oblast zabezpečovacích zařízení (zařízení využívající malý počet kolejových úseků, jako PZZ, dále pak úpravy stávajících a provozovaných SZZ a TZZ) bude nadále kontaktní vazba nenahraditelná a ekonomicky výhodnější.

Celková úspora nákladů řešení s datovou vazbou bude tedy závislá od velikosti instalace. Více než finanční úspora by tedy mělo být pro zřízení datové vazby motivující vývojově vyšší technické řešení, bezúdržbový systém a zvýšení bezpečnosti, omezením případných chyb HW. To jsou hodnoty, které by se zákazníkovi měli vracet během celého životního cyklu daného zařízení.

# **POŽADAVKY PRO ZVÝŠENÍ RYCHLOSTI NA 200 KM/H** **Z POHLEDU ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ**

**Ing. Libor Mrhálek**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

## **1. ÚVOD**

Standardem maximální traťové rychlosti na tratích Správy železnic, státní organizace, (dále také jen „SŽ“) je v současné době rychlost 160 km/h. V návaznosti na více než dvacetiletou zkušenost s přípravou, výstavbou a hlavně provozováním tratí s touto rychlostí je již ve všech souvisejících oblastech problematika spojená s touto rychlostí zvládnuta a legislativně pokryta. Ze strany SŽ je však již delší dobu sledována pro konvenční tratě možnost zvýšení uvedeného limitu rychlosti, a to na rychlost až 200 km/h.

V rámci řešení možného zvýšení rychlosti až na 200 km/h na tratích SŽ probíhají na vhodných úsecích tratí (např. Vranovice – Břeclav) zkušební jízdy drážních vozidel rychlostí 200 km/h a provádí se také související měření na železniční infrastruktuře. Cílem je identifikovat systémy a prvky, pro které je případně nutné pro rychlost 200 km/h, respektive zvýšení stávající rychlosti na tuto, provedení změn.

Dle požadavku SŽ je problematika zvýšení rychlosti řešena i ze strany výrobců dotčených částí infrastruktury, prověřením konkrétních výrobků a používaných řešení. V návaznosti na plánované zvýšení rychlosti bylo ze strany SŽ prováděno také posouzení dotčených technických požadavků a předpisů, aby byla rychlost 200 km/h pokryta i v této oblasti. V případě zabezpečovacího zařízení (dále jen „ZZ“) byly identifikovány oblasti, kde bylo provedení změn nutné, a to jak u vnitřních dokumentů a předpisů SŽ, tak i obecně závazných standardů. Ze strany SŽ byly potřebné změny provedeny a v případě potřeby jsou dotčené standardy operativně dále upřesňovány.

SŽ v této věci vydala Pokyn SŽ PO-09/2020-GŘ „Pokyn generálního ředitele ve věci doplnění požadavků na železniční zabezpečovací zařízení pro tratě s rychlostí do 200 km/h (včetně)“, čj. 34783/2020-SŽ-GŘ-O14 ze dne 15. června 2020 (dále jen Pokyn), který doplňuje požadavky na zabezpečovací zařízení uvedené ve vztažných dokumentech a předpisech SŽ, a to zejména v normách SŽ TNŽ 34 2620 a TNŽ 34 2610.

V dalších kapitolách příspěvku jsou uvedeny některé požadavky Pokynu a dále vybrané oblasti, které bylo nutné v souvislosti se zvyšováním rychlosti na 200 km/h řešit a jsou pro tuto problematiku zásadní.

## **2. VLAKOVÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ**

Pokud má být na trati dovolena rychlost vyšší než 160 km/h, musí být současně:

- a) na trati zřízena traťová část systému ETCS (vyhl. č. 177/1995 Sb., § 23 odst. 1 a také vyhl. č. 173/1995 Sb., § 37 odst. 8);
- b) použito pro jízdu vlaku pouze vedoucí drážní vozidlo vybavené mobilní částí vlakového zabezpečovacího systému ERTMS/ETCS (vyhl. č. 173/1995 Sb., § 34 odst. 3), tj. zaveden musí být v daném úseku trati výhradní provoz vozidel takto vybavených.

Pro rychlostí pásmo nad 160 km/h je Pokynem požadováno zřízení traťové části ETCS L2. Přitom základní požadavky na ETCS vyplývají z právních předpisů Evropské unie.

### 3. STANIČNÍ A TRAŽOVÁ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

#### 3.1 Přímá boční ochrana

V souladu s požadavky Pokynu musí být pro interval rychlostí nad 160 km/h do 200 km/h (včetně) zajištěna přímá boční ochrana vlakových cest, a to s následujícím upřesněním případů, pokud místní poměry zřízení přímé boční ochrany vylučují (např. blízké srázy, pilíře mostů, obytné domy, řeka, aj.):

- a) u kolejí vedlejší trati, kterou je nutné zaústit přímo do koleje s rychlostí vyšší než 160 km/h, musí být zajištěna nepřímá boční ochrana místa možného ohrožení vlakové cesty, a to nejméně na zábrzdnu vzdálenost vedlejší trati. V podmínkách postavení vlakové cesty a vydání MA povolující jízdu rychlostí vyšší než 160 km/h musí být kontrolována volnost celého úseku mezi místem možného ohrožení vlakové cesty s rychlostí vyšší než 160 km/h a touto nepřímou boční ochranou;
- b) lze místo přímé boční ochrany použít v obvodu dopravní nepřímou boční ochranu, a to při uplatnění současně všech následujících podmínek:
  - místo možného ohrožení vlakové cesty (námezník rozhodující výhybky) je od návěstidla zajišťujícího nepřímou boční ochranu vzdáleno minimálně 200 m;
  - v podmínkách postavení vlakové cesty a vydání MA povolující jízdu rychlostí vyšší než 160 km/h je kontrolována volnost celého úseku dle předchozí odrážky;
  - pro nepřímou boční ochranu je použito světelné návěstidlo se svícením základní návěsti zakazující jízdu posunu a je vyhodnocováno jeho nedovolené projetí drážním vozidlem a vyslán povel k zastavení dle technické specifikace SŽ TS 2/2014-S,Z.

Pokud místní poměry v obvodu dopravní vylučují zřídit odvratnou výhybku, je možné pro tento účel na dopravní koleji použít výkolejku. Maximální dovolená rychlost na dopravní koleji s umístěnou výkolejkou nesmí být však vyšší než 100 km/h. Další omezení a podmínky pro toto řešení s výkolejkou stanovuje Pokyn.

#### 3.2 Výluky současných jízdnic cest

V dopravních s kolejovým rozvětvením musí zabezpečovací zařízení 3. kategorie (dle normy SŽ TNŽ 34 2620) znemožňovat postavení jízdnic cest do oblasti mezi nepřímou boční ochranou vlakové cesty s rychlostí vyšší než 160 km/h a námezníkem výhybky pojížděné ve vlakové cestě rychlostí vyšší než 160 km/h.

#### 3.3 Rušení závěru jízdnic cest

V souvislosti se zvýšením rychlosti a použitím systému ETCS bylo nutné řešit požadavky na rušení závěru neprojeté jízdnic cesty tak, aby nedošlo k předčasnému zrušení závěru jízdnic cesty před vlakem. Pokynem byly proto aktualizovány související požadavky uvedené v čl. 9.4.3 normy SŽ TNŽ 34 2620.

### 4. PŘEJEZDOVÁ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Na dráze v tražových úsecích provozovaných rychlostí vyšší než 160 km/h není přejezd z důvodu zajištění bezpečnosti provozování dráhy a provozu na pozemní komunikaci přípustný (např. dle vyhl. č. 177/1995 Sb., § 17 odst. 5). Mimo přínos vlastní bezpečnosti provozu, kterým bezesporu absence přejezdů na trati je, patří i významné zjednodušení vlastního systému ZZ a v neposlední řadě i související zvýšení spolehlivosti ZZ. Na druhou stranu je nutné v rámci zvyšování rychlosti nad 160 km/h u dotčených tratí s přejezdy často řešit komplikované případy spojené s rušením přejezdů (náhrady silničním nadjezdem, podjezdem, a nebo souběžnou pozemní komunikací k nejbližšímu nadjezdu). V případě rychlosti vyšší než 160 km/h není také přípustné zřizovat přechody určené pro cestující nebo veřejnost.

## 5. VENKOVNÍ PRVKY ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY

Při zvyšování rychlosti drážního vozidla dochází zejména ke zvýšení vzájemného aerodynamického vlivu mezi tímto vozidlem a okolními prvky infrastruktury a jinými vozidly. Soupravy pro vyšší rychlost mají sice pro snížení odporu vzduchu aerodynamický tvar, ale i tak dochází k nárůstu aerodynamických vlivů, a to zejména rázů od přední a zadní části vozidla. Velmi problémová je pak část podvozku vozidla, která s ohledem na nutné konstrukční řešení a vybavení vozidla technikou má možnosti nezvyšování aerodynamického vlivu značně limitované.

### 5.1 Návěstidla

U konstrukcí návěstidla a jeho základu (včetně uchycení návěstidla např. v ostění tunelu) s umístěním bezprostředně vedle koleje dochází při zvyšování rychlosti na 200 km/h k nárůstu jeho mechanického namáhání. Minimálně po celou dobu životnosti musí být zajištěna stabilní a spolehlivá funkce návěstidla pro maximální traťovou rychlost vlaků jedoucích po koleji/kolejích kolem návěstidla, a to bez ohledu na směr jízdy a případné současnosti jízdy po sousedních kolejích. Přitom s rostoucím počtem svítilen se zvyšuje celková plocha návěstidla a rostou také síly, které na příslušné části návěstidla působí. Protože stávající provozovaná návěstidla stavebnice AŽD 70 tento požadavek u některých konfiguracích návěstidla nesplňují, bylo výrobcem navrženo pro rychlosti do 200 km/h (včetně) řešení nové, a to s označením konstrukce sestavy návěstidla AŽD 19. Návěstidla AŽD 19 jsou stavebnicové konstrukce, která umožňuje sestavit světelné stožárové návěstidlo s jedním až pěti návěstními světly s možností doplnění o jeden indikátor. V případě požadavku vyššího počtu svítilen by bylo nutné použití jiného konstrukčního řešení s větší tuhostí.

Na tratích s rychlostí 200 km/h v podmínkách výhradního provozu vozidel s mobilní částí vlakového zabezpečovacího systému ERTMS/ETCS je ze strany SŽ v cílovém stavu sledováno použití pouze omezeného množství návěstních svítilen, u kterého je předpoklad, že stožár návěstidla nebude vyžadovat specifickou konstrukci. Jedná se o tzv. doplňkové návěstní svítilny ke vlastní Stop značce ETCS. Doplňkové svítilny budou zajišťovat řízení provozu při posunu a jízdě vlaku v režimech nezajišťujících jízdu pod dohled ETCS (zahájení mise, porucha mobilní části ETCS, ...).

### 5.2 Výhybky a výkolejky

Požadovaná kritéria a způsob kontroly pro zabezpečení výhybek podle čl. 5.2 normy SŽ TNŽ 34 2620, který se dnes používá pro výhybky pojížděné proti hrotu a po hrotu rychlostí 160 km/h vyhovuje i pro rychlosti nad 160 km/h do 200 km/h (včetně). Mezi použitelná kritéria a způsoby jejich kontroly patří I.C + II.B + III.C + IV.B, nebo I.B + II.C + III.C + IV.C.

U aktuálně nasazovaných prvků výhybkového programu na tratích s rychlostí 160 km/h nebyla v souvislosti se zvýšením rychlosti na 200 km/h ze strany výrobce identifikována nutnost změny.

### 5.3 Zařízení pro spolupůsobení drážních vozidel

Pro detekci volnosti kolejových úseků pro rychlostní pásmo nad 160 km/h do 200 km/h (včetně) je možné využít kolejové obvody nebo počítače náprav. Možné je i řešení s použitím kombinace obou prvků na jednom kolejovém úseku.

### 5.4 Balízy

Pro svoji funkci vyžaduje ETCS použití balíz. S ohledem na jejich umístění mezi kolejnicemi roste se zvyšující rychlostí potřeba jejich mechanické ochrany, a to zejména před padajícími ledem z rychle jedoucích vozidel. Požadavek na mechanickou ochranu je však uplatňován stále častěji také pro současné tratě s rychlostí do 160 km/h včetně, tedy zde nedochází k žádnému navýšení současných požadavků pro tratě s rychlostí nad 160 km/h.



## 6. DALŠÍ VYBRANÉ ČÁSTI ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY

Požadavky na další části železniční infrastruktury, které jsou pro funkci ZZ zásadní, se neliší oproti tratím s rychlostí 160 km/h. Mezi tyto části patří zejména některá sdělovací zařízení (datové sítě), systém napájení dotčených zařízení a v neposlední řadě i diagnostika, a to nejen vlastního ZZ.

Datový přenos mezi mobilní a traťovou částí ETCS bude zajišťovat systém GSM-R, respektive systém FRMCS, jehož využití je nově sledováno. Pro napájení ZZ je požadavek na napájení 1. kategorie důležitosti ve smyslu ČSN 37 6605. Velký důraz je kladen na zálohování jednotlivých datových komunikací, u kterých případná nedostupnost může způsobit až zastavení provozu.

S ohledem na rychlost 200 km/h se sleduje výhradně dálkové řízení provozu těchto tratí z CDP. Předpokládá se trvalý dohled nad stavem jednotlivých částí i prostřednictvím systémů diagnostiky, a to pro rychlejší identifikaci příčiny poruchy a v neposlední řadě i identifikaci změny stavu konkrétních prvků infrastruktury vedoucí k poruše. V případě diagnostiky ZZ musí být splněny požadavky technických specifikací SŽ TS 2/2007-Z a TS 4/2008-Z.

## 7. ZÁVĚR

Na síti SŽ je v různé fázi přípravy několik úseků tratí, kde je sledována možnost jezdit rychlostí až 200 km/h. Aktuálně je plán celkové délky těchto tratí cca 227 km a prověřovány jsou další úseky tratí, kde by rychlost 200 km/h z dotčené konfigurace tratě a návazných úseků dávala smysl a byla možná i z pohledu ekonomiky. V současné době již máme pro tuto rychlost na straně ZZ k dispozici potřebná zařízení a technická řešení a legislativní, předpisové a technické požadavky, které jsou předpokladem pro zajištění bezpečného a spolehlivého provozu na železnici. V rámci procesu vlastního zvyšování rychlosti v provozu SŽ se bude nutně ještě zaměřit na sledování a vyhodnocování vlivu vyšší rychlosti na vlastní systém ZZ a jeho prvky, a to zejména venkovní prvky a jejich stabilitu a mechanickou odolnost s ohledem na předpokládaný růst aerodynamických sil. Na závěr si nelze než přát, aby se brzy stala rychlost 200 km/h na české železnici standardem, a to s hlavním přínosem pro společnost a celou ekonomiku ve zkrácení jízdních dob při cestování na železnici.

### LITERATURA:

**Pokyn SŽ PO-09/2020-GŘ** „Pokyn generálního ředitele ve věci doplnění požadavků na železniční zabezpečovací zařízení pro tratě s rychlostí do 200 km/h (včetně)“, čj. 34783/2020-SŽ-GŘ-O14 ze dne 15. června 2020

## **NOVINKY Z OBLASTI PZS**

**Ing. Marcel Klega  
Správa železnic, GŘ,  
Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

### **1. STATISTICKÁ DATA ZA ROKY 2021, 2022 A 2023**

V posledních letech probíhá poměrně masivní budování nových přejezdových zabezpečovacích zařízení světelných (dále jen „PZS“) nebo jejich doplňování závorami, v některých případech pouze dalšími výstražníky (pro chodníky, další zaústěné pozemní komunikace), případně náhrady starých technologií (např. VÚD, SSSR). Nově se PZS zabezpečují zejména přejezdy, kde je uplatněno trvalé omezení rychlosti z důvodu rozhledových poměrů, na silnicích II. třídy nebo přejezdy, na kterých bylo několik mimořádných událostí. Závozy se doplňují jako technické opatření eliminující, zejména symbolicky, nerespektování světelné výstrahy.

*Tabulka 1 PZS uvedená do provozu od 1. 1. 2022 do 22. 10. 2023*

Nových nebo rekonstruovaných PZS celkem	celkem	218
Podle technologie	reléových	175
	elektronických	43
Bez závor	celkem	41
	na silnicích I. třídy	0
	na silnicích II. třídy	1
	na silnicích III. třídy	7
	na místních komunikacích	18
	na účelových komunikacích	15
Se závorami	celkem	177
	na silnicích I. třídy	9
	na silnicích II. třídy	51
	na silnicích III. třídy	71
	na místních komunikacích	26
	na účelových komunikacích	20

*Tabulka 2 Přejezdy zabezpečené PZZ*

	k 3. 2. 2021	k 22. 10. 2023
Přejezdů zabezpečených PZZ	4132	4212
Přejezdů zabezpečených PZS	3936	4056
Přejezdů zabezpečených PZS bez závor	2370	2198
Přejezdů zabezpečených PZS se závory	1566	1858
Přejezdů zabezpečených PZM	196	156
z toho PZM 1	59	37
z toho PZM 2	137	119
z PZM 2 uzamykaných na místě	??	76

*Tabulka 3 Typy PZS*

	k 3. 2. 2021	k 22. 10. 2023
VÚD	116	70
SSSR	80	55
AŽD71	1225	1039
VÚŽ76	3	0
PZZ-EA	590	592
PZZ-EAV	8	7
BUES2000	17	29
ELEKSA93	12	9
PZZ-RE	1014	1204
PZZ-RE/AC	5	5
PZZ-K	455	522
PZS ARE	191	261
PZZ-EPA	1	1
PZZ-AC	208	213
PZZ-J	12	26
PZZ-ACE	0	6
GTA100	0	3
PZZ GTS	0	3
PZZ-S	0	17

## 2. DŮSLEDKY ZVYŠOVÁNÍ POČTU PZS

Zvyšování počtu PZS a zejména zvyšování počtu závor se samozřejmě promítá do požadavků na jejich údržbu. Je obtížné, ba prakticky nemožné, zvyšovat počet udržujících zaměstnanců. Souvisí to s ekonomickým důvodem vedoucím k požadavkům na snižování vlastních nákladů, tedy i personálních. Snižování počtu zaměstnanců se logicky promítá do menšího zájmu o studium oborů, které jsou žádoucí pro nové a mladé odborníky v oblasti zabezpečovací techniky. Také se nacházíme v období, kdy odchází do důchodu poměrně silné ročníky.

Z výše uvedeného vyplývá potřeba instalace nových PZS a jejich komponentů, které mají významně nižší nároky na preventivní údržbu a jejichž poruchovost je v porovnání s dosavadními systémy významně nižší a odstraňování poruch je snazší a rychlejší. K obojímu dokáže přispět vhodná dálková a místní diagnostika a spolehlivé elektronické systémy.

Na druhou stranu elektronické systémy mají větší nároky na znalosti udržujících zaměstnanců, větší sortiment drahých náhradních dílů nebo závislost odstraňování poruch na servisu výrobce a z toho vyplývající další náklady a prodloužení doby odstraňování poruch o dojezd servisu.

Obdobné důsledky, ovšem v menší míře mají nové reléové systémy, které v zájmu snížení požadavků na preventivní údržbu jsou vybavovány různými elektronickými prvky.

Požadavky na větší znalosti udržujících zaměstnanců způsobuje také větší počet nasazovaných typů. Možnost instalace různých typů PZS má samozřejmě pozitiva vyplývající z konkurenčního prostředí. Je ovšem otázka, zda je vhodné, aby jeden výrobce měl několik různých elektronických systémů.

Co se týká preventivní údržby, je třeba, aby výrobci PZS a jejich komponentů zvažili, které úkony je třeba dělat a v jakých termínech a „jen neopisovali“ preventivní údržbu ze starších zařízení a samočinné kontrolní mechanismy implementovali do samotného systému nebo jeho diagnostiky.

Ze strany správců PZS jsou stále často poptávány reléové technologie. Z toho mi vyplývá, že elektronické systémy asi zatím nepřinášejí tolik výhod pro provozní složky, aby převážily nevýhody reléové technologie (zejména v oblasti odstraňování poruch). Proto je třeba, aby výrobci vylepšili spolehlivost, bezporuchovost a jejich systémy se dokázaly správně vyrovnat s některými ne zcela triviálními místními podmínkami (PZS v blízkosti vleček, nákladišť, zastávek, kde vlaky mění směr jízdy a vrací se).

Ve větší míře jsou z provozu požadovány výstražníky s LED. Asi s nimi nemají problémy. Dalším argumentem pro jejich nasazování je širší vyzařovací úhel (bohužel často omezen nevhodnými stínítky). Lze očekávat problémy se zajištěním náhradních žárovek, protože logicky bude docházet ke snižování počtu jejich výrobců. Současně však platí, že náhradní LED svítidla jsou aktuálně hodně drahé (často více než o řád) a dané ceny by tedy logicky měly být kompenzovány jejich odpovídající spolehlivostí, dostupností a živostí.

## 3. BUDOUCNOST PZS

U Správy železnic i za podpory Ministerstva dopravy jsou nemalé prostředky věnovány do zvýšení zabezpečení železničních přejezdů.

Prakticky končí období doplňování závor na silnice I. třídy.

Probíhá postupné doplňování závor:

- a) na silnice II. třídy;
- b) na silnice III. třídy;
- c) na přejezdy s opakovanými nehodami.

Nově se PZS vybavují přejezdy s trvalým omezením traťové rychlosti z důvodu špatných rozhledových poměrů.

Často se u nově zabezpečených přejezdů a u přejezdů doplňovaných o závory vyskytují „komplikované místní podmínky“. Například malý prostor pro umístění výstražníků nebo závor. Znění ČSN 73 6380 k tomu poskytuje možnost určitých úlev, pokud je stísněný prostor z důvodu souběžné pozemní komunikace s tratí.

Místní podmínky často vedou k nestandardním požadavkům na funkci PZS. Při jejich řešení mají reléové technologie určité výhody z pohledu prokazování a hodnocení bezpečnosti a z toho vyplývající kratší doby mezi výběrovým řízením a vlastní realizací.

Aby se počet takových případů snížil připravuje odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky Správy železnic požadavky na elektronické PZS, které budou postihovat také některé ne zcela běžné místní podmínky (vlečky, nákladiště, návraty ze zastávek, přejezdy v dopravně D3 s kolejovým rozvětvením, ...) a zejména možnosti, které přináší systém ERTMS/ETCS (případně ve spolupráci s ERTMS/ATO), zejména za účelem zkrácení doby výstrahy před příjezdem čela vlaku na přejezd (když vlak nemůže jet traťovou rychlostí, zastavuje u nástupiště v přibližovacím úseku, významně snižuje rychlost k omezení v blízkosti za přejezdem atd.). Nicméně, je to běh na delší trať. Předpokládáme zveřejnění nějakých ideových návrhů a následně konzultace s výrobcí PZS, kteří o to budou mít zájem.

Až na ojedinělé případy neuvažujeme s nasazováním detektorů překážek na železničních přejezdech. Mohou sice přispět ke zvýšení bezpečnosti, avšak významně prodlužují dobu uzavření přejezdu (aby měly efekt, musel by vlak před přejezdem s detekovanou překážkou dokázat zastavit nebo alespoň výrazně snížit svoji rychlost).

Neuvažujeme ani s nějakými bariérami bránícími vjezdu na železniční přejezd. Důvody jsou ekonomické, prostorové, je otázkou účinnost bariér vůči naloženému nákladnímu automobilu a pravděpodobnost poškození bariéry, pokud zabránila vjezdu na přejezd, a její dlouhá doba opravy a z toho vyplývající nedostupnost přejezdu.

## **ZKUŠENOSTI S PROVOZEM BALÍZ**

**Jan František Sedláček**  
**Správa železnic, GŘ,**  
**Odbor zabezpečovací a telekomunikační techniky**

### **1. Eurobalíza a její role v ETCS**

Eurobalíza, často nazývaná jednoduše balíza, je prvkem systému Evropského vlakového zabezpečovače (ETCS). Prostřednictvím eurobalíz předává traťová část systému informace části mobilní, k tomuto přenosu dochází bodově v okamžiku průjezdu vozidla vybaveného ETCS nad balízou. Nepřepínatelná eurobalíza je pasivním zařízením a funguje na bázi magnetické vazby. Pokud se eurobalíza v komunikačním poli nalézá, je do ní prostřednictvím elektromagnetické indukce přenášena energie, nutná pro vyslání „odpovědi“. Budící signál má frekvenci přibližně 27 MHz, zatímco datový přenos probíhá v pásmu 4,5 MHz. Tyto frekvence jsou zvoleny s ohledem na optimalizaci přenosu a minimalizaci potenciálního rušení. Eurobalíza je jediným zařízením přímo umístěným v kolejišti, které je schopné komunikovat s mobilními částmi ETCS na projíždějících vlacích. Vzdálenost od balízy, na které je možné s ní komunikovat, je omezená a klíčová pro kvalitu datového přenosu. Aspekty, jako je poloha vlaku či výška umístění balízy, mohou mít vliv na spolehlivost této komunikace.

### **2. ZÁKLADNÍ ÚDRŽBA**

#### **2.1 OBECNÁ**

Preventivní údržba balíz se liší především na základě aplikační úrovně ETCS, pro kterou je balíza použita. Obecně lze říci, že preventivní údržba balíz bohužel není na síti SŽ dostatečná a to hned z několika důvodů. Hlavním je nedostatečné technické a diagnostické vybavení odpovědných organizačních složek SŽ, případně nedostatky v dostupném vybavení. S rostoucím počtem diagnostických vozidel na SŽ, která budou schopna kromě základního vyčtení balízy také sledovat trendy v její vstupně-výstupní charakteristice, bude preventivní údržba značně efektivnější a poruchám balíz bude možné v mnoha případech předcházet.

#### **2.2 ETCS L1**

Pro účely tohoto článku označujeme termínem „ETCS L1“ systémy ETCS L1 LS a ETCS STOP.

ETCS L1 systémy, které využívají přepínatelných balíz, představují z hlediska implementace jednoduchou variantu ETCS. Přestože jejich jednoduchost může být v některých ohledech výhodná, vede zároveň k vyšším nárokům na údržbu. Klíčovou nevýhodou ETCS L1 systémů je absence radiového spojení mezi traťovou a mobilní částí ETCS. To znamená, že zpětná vazba týkající se stavu a funkčnosti balíz je závislá na komunikaci mezi strojvedoucím a traťovým dispečerem.

Z hlediska preventivní údržby je zásadní pravidelně monitorovat a vyčítat balízy. Ideální stav je získávat data přímo z mobilní části ETCS, ale tato data jsou často obtížně dostupná. V důsledku toho se většina balíz kontroluje manuálním způsobem. Tato manuální kontrola je však spojena s náročnou administrativní prací, což z dlouhodobého hlediska není udržitelné. V budoucnu by mělo být maximum těchto procesů digitalizováno.

Co se týče údržby ETCS L1, kritickou fází je příprava implementace. Vzhledem k tomu, že systém ETCS L1 nedisponuje RBC umožňujícími automatizovaný sběr dat pro diagnostické účely, je nezbytné zajistit adekvátní diagnostickou infrastrukturu při všech

instalacích (např. zajištění častějších měřících jízd či manuální kontroly udržujícími zaměstnanci s potřebným diagnostickým vybavením či automatizovaný diagnostický systém). Pokud tato infrastruktura chybí, poruchy jsou zjišťovány až po průjezdu vlaku s palubní částí ETCS v běžném provozu. Ačkoliv jsou tyto systémy navrženy tak, aby byly odolné vůči takovým poruchám z hlediska bezpečnosti, poruchy mohou negativně ovlivnit kapacitu tratí a spolehlivost železniční dopravy.

### 2.3 ETCS L2

Na úsecích vybavených systémem ETCS L2 můžeme využívat pokročilých možností dohledu a údržby balíz, což je umožněno díky existenci RBC. RBC kontinuálně získává data z mobilních částí ETCS, což nám poskytuje informace o aktuálním stavu a funkčnosti jednotlivých balíz. Díky těmto datům můžeme rychle identifikovat a řešit potenciální problémy s balízami.

Pokud obsluhující zaměstnanec (traťový dispečer či výpravčí) identifikuje chybu čtení balízy, může odpovídajícím způsobem reagovat prakticky okamžitě. Opakují-li se chyby čtení konkrétní balízy (balízové skupiny), lze předpokládat, že došlo k poruše. Pokud avizovaný udržující zaměstnanec nemůže poruchu balízy, zvláště u cestového nebo odjezdového návěstidla, odstranit do 24 hodin, informuje obsluhujícího zaměstnance, který zavede odpovídající dopravní opatření. V situaci, kdy balíza nebo balízová skupina opakovaně selhává, doporučujeme preventivní výměnu, i pokud se při prohlídkách nenajde zjevné poškození.

V rámci údržby je možné některé porouchané skupiny balíz na úsecích s ETCS L2 demontovat bez okamžité náhrady.

Nahrazování balíz je postup, který zahrnuje demontáž, zajištění náhradních balíz, instalaci a kontrolu dle doporučení výrobce. Každá balíza musí mít identifikační štítek s předepsanými údaji. Pokud trvalý štítek není dostupný, dočasný štítek (s označením "doc st") může sloužit až dva měsíce.

Provozní zkušenosti ukazují, že chybně přečtená balízová skupina (BG), nemusí být mobilní částí vždy přesně identifikována. V některých situacích se může problém týkat BG umístěné těsně před skupinou nahlášenou. Pokud vlak zastaví s chybovou hláškou indikující „chybu čtení balíz“, je tato skupina považována za porouchanou. Pro přesné určení chybně přečtené BG mohou být využity záznamy činnosti RBC. Pro případné nahrazení balízové skupiny v poruše a nahrání správného telegramu jsou využity podklady dodané příslušným dodavatelem v rámci DSPS.

Zajímavé je, že pokud známe směr jízdy vlaku před hlášením chyby, skutečná chybná BG může být umístěna ve směru jízdy před hlášenou BG. Ve většině případů je hlášení chybně přečtené BG správné, obecně však v této situaci záleží na módu, v němž se OBU v okamžiku čtení BG nachází.

### 2.4 Upevňovací soustava balíz

Upevňovací soustavy pro balízy vyžadují pravidelnou kontrolu, aby zůstaly v optimálním stavu. Během vizuální prohlídky je kladen důraz na zjištění jakéhokoli poškození, známek vysokého opotřebení, trhlin nebo praskání a kontrolu polohy upevňovacího systému, zejména zda nedochází k vychýlení.

Po změně upevňovacího systému balízy nebo pokud byly překročeny stanovené limity pro instalační výšku, je nutná její kontrola. Tato výška, měřená v milimetrech, by měla spadat do přesně definovaných mezí. Pokud se balíza nachází v oblouku o poloměru mezi 300 m a 180 m, maximální povolená instalační výška je 140 mm a minimální je 93 mm. Pro balízy kategorie A je horní limit 150 mm a dolní limit zůstává na 93 mm. Balízy třídy B mají maximální limit 193 mm a minimální 93 mm.

V souvislosti s tvary kolejnic existují také specifikované instalační výšky. Pro tvar R 65 je maximální výška snížena o 18 mm a minimální zvýšena o 18 mm. Pro kolejnice s označením T (včetně variant 49 E1 až 60 E2) je maximální výška nižší o 20 mm



a minimální vyšší o 20 mm. Co se týče polohy balízy vzhledem k ose koleje, pro instalace s výškou méně než 180 mm a rychlostí 500 km/h je maximální povolená odchylka 15 mm.

Je důležité také zohlednit minimální vzdálenost mezi balízami v balízové skupině v závislosti na traťové rychlosti. Pro traťovou rychlost do 180 km/h je tato vzdálenost minimálně 2,3 m, pro 300 km/h je to minimálně 3 m a pro 500 km/h je to minimálně 5 m.

Po montáži balíz je třeba vždy provést vizuální kontrolu balízy, aby bylo zajištěno, že její poloha zůstává v přijatelných mezích a není vystavena silám, které by mohly vést k jejímu poškození.

### **3. OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ PORUCHOVOSTI**

Jednou z potenciálně nákladově efektivních strategií je investice do bočních nárazových ochran eurobalíz. Když vezmeme v úvahu tržní cenu této ochrany a odhadovaný počet balíz, které budou instalovány v blízké budoucnosti, návratnost této investice by měla být zajištěna v relativně krátkém časovém horizontu. Na základě určeného mechanického namáhání, kterému jsou eurobalízy v provozu vystaveny, by měly být instalovány odolnější kryty z vysoce odolných materiálů, jako jsou kompozity a vysoce pevné polymery. Tyto kryty mají výrazně zvýšenou odolnost vůči nárazům a jiným mechanickým poškozením, což výrazně snižuje pravděpodobnost poruch v důsledku vnějších vlivů (zejm. nárazů předmětů visících z vozidel).

Dalším doporučeným krokem k minimalizaci rizika je přímé upevnění balíz na železniční pražce. Toto "vrtané" upevnění nabízí několik výhod. Především balízy s nízkým profilem snižují pravděpodobnost nárazu neupevněných předmětů na vozidlech.

K zajištění kontinuálního sledování stavu balíz a včasné detekce jakýchkoli anomálií bude zaveden predikční systém, který bude automaticky upozorňovat provozní střediska na potenciální problémy, což umožňuje rychlé zásahy a minimalizuje riziko větších poruch. Analýza a sběr dat z balíz a identifikace příznaků stárnutí mohou poté sloužit k naplánování pravidelné údržby.

Chyby v manipulaci či instalaci mohou být jedním z hlavních důvodů poškození eurobalíz. Proto budou zavedena pravidelná školení pro udržující zaměstnance, která se zaměří na správné postupy instalace a údržby. Díky tomu se zvýší odbornost pracovníků a vytvoří se silná bezpečnostní kultura, zdůrazňující význam ochrany a správného zacházení s těmito klíčovými prvky systému ETCS.

#### **LITERATURA:**

- [1] SŽ T129 Údržba prvků evropského vlakového zabezpečovacího systému (prozatímní)
- [2] SŽ PPD-6/2022 Pokyn provozovatele dráhy k zajištění plynulé a bezpečné drážní dopravy

## **NOVÉ TESTOVACÍ VOZIDLO PRO DIGITÁLNÍ TECHNOLOGIE**

**Autor Jan Krejčí  
AŽD Praha s.r.o.**

Dámy a pánové, děkuji Vám za Vaši pozornost a dovoluji mi, abych Vás přivítal na prezentaci, která se bude zabývat konstrukcí experimentálního drážního vozidla inovativními technologiemi od společnosti AŽD, zkráceně EDITA.

Jsem si jist, že mnozí z Vás již slyšeli o tomto vozidle, které představuje ambiciózní projekt AŽD. Cílem tohoto projektu je implementace, testování a prezentace nejnovějších inovativních technologií vyvíjených společnostmi AŽD.

Vozidlo EDITA vychází z motorového vozu řady 152, známého též jako řada 810, a jeho vylepšené verze 811, určené pro Moravsko-slezský kraj a realizované v Dílnách DPOV.

Naše vozidlo prošlo modernizací a bylo připraveno pro instalaci a testování technologií, o nichž jsme měli možnost slyšet na této konferenci. Nyní se zaměříme na některé konstrukční změny, které byly na vozidle provedeny:

Pokud jde o exteriér vozu, pravděpodobně si všimnete upravené střechy, na níž byl nainstalován modulární systém pro uchycení antén pro technologické účely. Tento systém disponuje 15 pozicemi pro antény s rozestupy 1,65 metru, což zajišťuje, že antény s podobným frekvenčním rozsahem se vzájemně neovlivňují.

Na čelní části vozu jsou patrná konstrukční řešení pro sensorické prvky určené pro autonomní řízení vlaku. Tato řešení zahrnují pět oddělených kapes, do nichž bude možné v budoucnu instalovat různé sensorické prvky.

Středové kabiny jsou vybaveny teplotní regulací, což by mělo minimalizovat problémy spojené s teplotními výkyvy při sběru dat pro bezobslužnou jízdu.

Nad čelem vozidla byla připravena montážní konzole pro technologická zařízení.

Vůz samotný je navržen v jedinečném modro-šedém designu společnosti AŽD s reliéfem kolejiště. Z vnějšku je zřejmá absence dveří nástupního prostoru, což odráží změny uvnitř vozidla.

Co se týče interiéru, došlo k významným změnám z pohledu obsluhy vozu. Kabina strojvedoucího byla kompletně přepracována, což zahrnuje rozšíření na úkor vstupního prostoru do vozu. Nově je vozidlo vybaveno ergonomickými pulty odpovídajícími požadavkům na antropologii kabiny strojvedoucího, jak navrhuje AŽD. Pro zajištění pohodlí strojvedoucího byla přidána nejmodernější sedačka od společnosti CIEB. Každá kabina strojvedoucího je vybavena vlastní nezávislou klimatizační jednotkou společnosti ADUS.

Za kabinou strojvedoucího byl nově umístěn rozvaděč pneumatikálních komponent od firmy DAKO, který sloučil všechny pneumatické ovládací prvky do jednoho místa.

V centrální části vozu se nyní nachází technologický salonek s čtyřmi technologickými rozvaděči a pracovním prostorem pro sedm pracovníků. Stanoviště s rozvaděči jsou propojena stropním kabelovým žlabem s otevřeným přístupem, což usnadňuje technologickou kabeláž potřebnou pro nové technologie.

Celý vůz disponuje sítí 230 Voltů a sítí ethernet, které jsou rozvedeny po celém voze.

Na spodku vozu byl použit motor TEDOM o výkonu 245 kW, který přímo pohání nápravovou převodovku, a také byly přepracovány rány pomocných pohonů, ve shodě s vzorem 811.

Na spodku vozidla byly instalovány konstrukce pro umístění dvou balzových antén a celkem tří Dopplerových radarů, které slouží pro dva systémy ETCS od společností CAF a AŽD.

Na osách vozidla bylo umístěno 4 snímače otáček s celkovým počtem 20 kanálů, což umožňuje přesná odometrická měření.

Na spodku vozu byla instalována nová dvou okružová brzda, a byly provedeny úpravy v hydrostatických i hydrodynamických okruzích.

Tyto technologické inovace a úpravy na vozidle EDITA jsou důležité nejen pro výkonnost a efektivitu provozu, ale také pro zajištění bezpečnosti cestujících a posádky. Věřím, že tyto inovace přinesou významný přínos ve světě drážní dopravy.

Tímto končí mé stručné shrnutí konstrukčních inovací a změn na vozidle EDITA. Rádi Vám na případné otázky či diskuzi ohledně tohoto projektu odpovíme po ukončení prezentace. Děkuji Vám za pozornost.

## **ZÁSTAVBY OBU ETCS PRO SPECIÁLNÍ VOZIDLA SŽ**

**Igor Ivanov**  
**AŽD Praha s.r.o.**

### **1. ÚVOD**

V souvislosti se zaváděním výhradního provozu železniční dopravy v České republice pod dohledem aktuálně nejmodernějšího zabezpečovacího systému ETCS (European Train Control System), nesmíme opomíjet potřebu vybavení také speciálních vozidel jeho mobilní částí. Ačkoliv posláním speciálních vozidel je primárně údržba železniční infrastruktury, řešení závad, mimořádných událostí a další zvláštní činnosti, je třeba si uvědomit, že i tyto stroje jsou nedílnou součástí železničního provozu a musí splňovat stejné podmínky, jako všechna ostatní kolejová vozidla.

### **2. SPECIÁLNÍ VOZIDLA SPRÁVY ŽELEZNIC S.O.**

Od roku 2018, kdy AŽD Praha s.r.o. podepsala první smlouvu se státní organizací Správa železnic, na vybavení svých speciálních vozidel palubní části zabezpečovacího systému ETCS, bylo realizováno celkem 5 projektů.

EM100	v počtu 1 ks vozidla
MVTV 2	v počtu 33 ks vozidel
MVTV 2.2	v počtu 10 ks vozidel
MVTV 2.3	v počtu 8 ks vozidel
MTW100.013	v počtu 4 ks vozidel
MTW100.506	v počtu 6 ks vozidel

První z vozidel využívá SŽ pro diagnostiku železničního svršku, ostatní slouží k údržbě trolejového vedení, proto je potřeba klást důraz na spolehlivost při provozu těchto kolejových vozidel, aby byly zajištěny operativní dispozice strojů, pro případ mimořádných a nepředvídatelných situacích na trati.

### **3. SPECIFIKA SPECIÁLNÍCH VOZIDEL**

V rámci implementace mobilních systémů, právě do speciálních vozidel, jsou velmi specifické technické i obchodní aspekty, zejména pokud jde o tzv. retrofity, tj. doplnění mobilní části ETCS do již existujících vozidel.

Z technického hlediska se jedná hlavně o nalezení vhodného místa pro umístění mobilních systémů – rozvaděče s bezpečným jádrem EVC a periferních částí na střechnu vozidla a do jeho spodní části.

Nejdůležitějším obchodním aspektem je otázka návratnosti relativně vysoké investice do implementace ETCS, zejména již do účetně odepsaného vozidla. Jeho provozovatel si tak klade otázku, zda se mu taková investice vyplatí nebo bude uvažovat raději o pořízení nového vozidla. Prototypování takové zástavby je finančně nákladné, investice do něj se pak rozptyluje do sériových zástaveb. Je tedy zřejmé, že s přibývajícím počtem jednotlivých vozidel, v rámci jedné řady, se snižuje finanční náročnost prototypování. Specifikem speciálních vozidel je většinou nižší počet vozidel v rámci jedné řady, oproti lokomotivám, případně vozů či jednotek osobních.

## 4. DODÁVANÉ KOMPONENTY

Do každého z vozidel se integrují následující komponenty

1. **ETCS** společnosti CAF Signalling, sestávající z:
  - a. **EVC** – European Vital Computer, bezpečné jádro ETCS, které je hlavní jednotkou ETCS, sestávající ze 3 nezávislých kanálů
  - b. **Doppler radarů** – měření rychlosti nezávislé na adhezi dvojkolí na železnici
  - c. **Snímačů otáček dvojkolí** – měření rychlosti závislé na adhezi dvojkolí na železnici
  - d. **Gateway** – rozhraní pro komunikaci vozidlového nadřazeného řízení s ETCS
  - e. **BTM anténa** – anténa pro čtení eurobalíz
  - f. **BTM modul** – komunikační modul pro BTM anténu a EVC
  - g. **GSM-R modemů** – spojení s Radioblokovou centrálou
  - h. **GSM-R a GPS antén**
2. **JRU** – záznamové zařízení „Juridical Recordment Unit“ s Crash Protect Memory modulem
3. **TRU** – rychloměr
4. **ATP** – národní vlakový zabezpečovač AŽD typů LS06, LS07 popřípadě KBS06.

## 5. PŘÍPRAVA, INTEGRACE A TESTOVÁNÍ

Při projekci a přípravě zástavby ETCS do vozidla je nezbytné splnit požadavky výrobce CAF Signalling na umístění jednotlivých komponentů tak, aby nebyly v interferenci s ostatními částmi vozidel a aby byla zajištěna bezproblémová funkce jednotlivých systémů. Dále musí být splněna nejvyšší bezpečnostní úroveň SIL4 (Safety Integrity Level) v zapojení.

Samotná integrace do vozidel SŽ spočívala v doplnění stojícího rozvaděče ETCS, JRU, TRU a ATP do interiéru vozidla, BTM antény na vhodné konzole do spodku vozidla, zařízení odometrie – 2 ks snímače otáček dvojkolí na náboje kol a dvojici Dopplerových radarů, doplnění snímače liniových kódů pro národní vlakový zabezpečovač AŽD a umístění antén GSM-R a GSM-R/GPS na střechu vozidel.

Následovala série testů – pro každé z vozidel probíhal tzv. Factory Type Test, kde se ověřuje správnost zapojení, funkce ETCS jeho spuštěním a pokračuje se Low-Speed testem, kdy se přejezdí nízkou rychlostí – 5 km/h testovací eurobalíza. Závěr testů s protokolem se odesílá výrobcovi vozidla CAF Signalling.

Pro každou sérii vozidel se dále provádí odometrické testy, a to na testovacím polygonu AŽD, tzv. Švestkové dráze. Při těchto testech dochází k ověření správné funkce systému odometrie, testy probíhají za sucha a také za snížených adhezních podmínek.

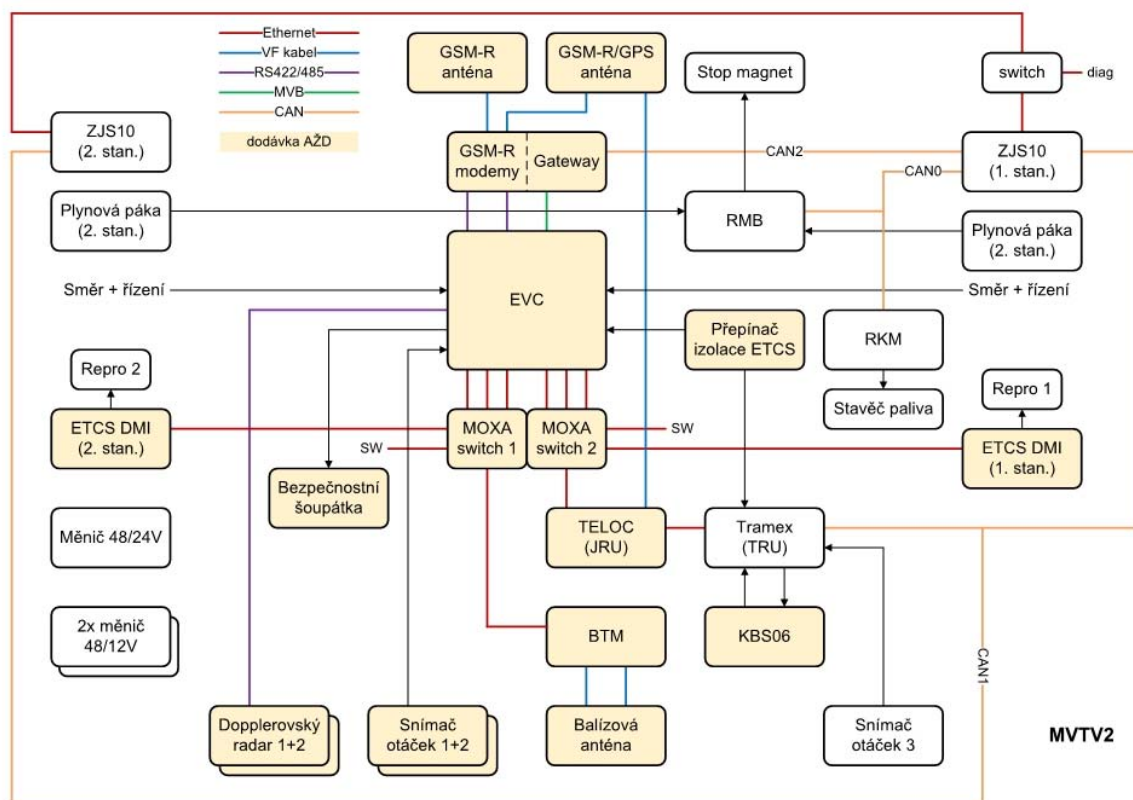
Posledním ze série testů je dynamický test a test kompatibility s traťovou částí ETCS. Testuje se na reálné trati v reálném provozu.

## 6. SCHVALOVÁNÍ

Každé z vozidel, které prošlo integrací ETCS, podstupuje technicko-bezpečnostní zkoušku. Po vydání Průkazu způsobilosti určeného technického zařízení – vlakový zabezpečovač a rozhodnutí o povolení zkušební provozu vozidla Drážním úřadem ČR je již možné dané vozidlo provozovat na železniční síti v tzv. fázi Switch-Off, s izolovaným systémem ETCS tak, aby bylo odpojené od napájení a nedošlo k intervenci tohoto zařízení do jízdy vozidla.

Po provedení již zmíněných odometrických, dynamických testů a testů kompatibility vydá autorizovaná osoba NoBo Certifikát subsystému zástavby ETCS, které je následně jedním z podkladů pro European Railway Authority v rámci schválení na One-Stop-Shop.

Následně dojde k zápisu ETCS do Průkazu způsobilosti VZ a Drážní úřad ČR rozhodne o povolení zkušebního provozu v tzv. fázi Switch-On, kdy se systém ETCS aktivuje a je již plně funkční.



Obr. 1 – Příklad zapojení ETCS na vozidlech řady MVTV 2