

AVV OVER ETCS

AVV OVER ETCS

Aleš LIESKOVSKÝ¹, Ivo MYSLIVEC²

e-ISBN: 978-80-7560-564-1
DOI: 10.46585/spkv.20252654

ISSN: 3029-8342



Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou přechodu od národního automatizačního systému AVV k plně interoperabilnímu ERTMS/ATO s mezikrokem AVV over ETCS, rozebírá změny na vozidlech, na „hardwaru“ tratě i v datovém popisu infrastruktury. Popisuje jednotlivá řešení retrofítních instalací podle dodavatele mobilní části ETCS a zamýšlí se nad dalším osudem traťových informačních bodů.

Klíčová slova

automatické vedení vlaku, AVV, ERTMS/ATO, AVV over ETCS, MIB

Abstract

The paper deals with the issue of transition from the national ATO system AVV to a fully interoperable ERTMS/ATO with the intermediate step AVV over ETCS, analyzes changes to vehicles, track "hardware" and infrastructure data description. It describes individual solutions for retrofit installations according to the supplier of the ETCS mobile part and considers the future of track information points.

Keywords

automatic train operation, AVV, ERTMS/ATO, AVV over ETCS, MIB

1 ÚVOD

Tento článek je volným pokračováním článku „Praktické aplikace ATO over ETCS“, jenž byl prezentován na 11. ročníku Konference sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici v roce 2023 [1], shrnuje jeho obsah a doplňuje změny, které se udály během dvou let od jeho uvedení.

2 AVV, ATO OVER ETCS, AVV OVER ETCS

2.1 Vysvětlení pojmů

AVV (Automatické vedení vlaku) je český národní automatizační systém pro řízení kolejových vozidel pod dohledem strojvedoucího, dle klasifikace UITP 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 (tzv. GIBy – geodetické informační body; v dalším textu je ale zahrneme pod MIBy, protože odlišnosti nejsou

¹ Dr. Ing. Aleš Lieskovský. AŽD Praha s.r.o. Žirovnická 2, 106 00 Praha 10 – Záběhlce, Česká republika, tel.: +420 268 287, 323, e-mail: Lieskovsky.Ales@azd.cz

² Dr. Ing. Ivo Myslivec. AŽD Praha s.r.o. Žirovnická 2, 106 00 Praha 10 – Záběhlce, Česká republika, tel.: +420 268 287 371, e-mail: Myslivec.Ivo@azd.cz

pro potřeby tohoto článku důležité). Systém AVV přebírá informace ze zabezpečovače typu LS, ale může být provozován i na tratích bez zabezpečovače.

ATO over ETCS, resp. v současnosti **ERTMS/ATO**, je automatizační systém pro řízení jízdy kolejových vozidel vytvořený dle specifikací UNISIG. V rámci evropských programů UNISIG TEN-T a Shift2Rail však nebylo vytvářeno vlastní jádro systému ATO (to je vyvíjeno každým jednotlivým výrobcem s využitím jeho know-how), ale byly vytvořeny funkční 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 (mód FS, resp. AD),
- veškerá data, jak o trati, tak jízdní řád daného vlaku, jsou na vozidlo přenášena on-line z traťové centrály (tzv. ATO TrackSide) 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 zneprovoznění (byť dočasné... na několik let, do vybudování traťových centrál) při jízdě pod dohledem ETCS by se u strojvedoucích s kladnou odezvou rozhodně nesetkalo.

2.2 Rozdíl AVV (over LS) vs. AVV over ETCS

Proč by bylo nutné současné AVV zneprovoznit, 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 strojvedoucím 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 dohlédané 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.

Již před začátkem Pilotního projektu ETCS v ČR (rok 2006) bylo předpokládáno, že pro plnohodnotnou činnost AVV pod ETCS bude nutná datová komunikace mezi ETCS a AVV, takováto komunikace pak 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.

2.3 Problematika přechodu z AVV na AVV over ETCS

Jak již bylo řečeno, 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 [2]), ale v době uzavírání smluv na instalaci ETCS do vozidel takového rozhraní většina výrobců nenabízela (čest nejmenované výjimce ze Španělska), a to s odkazem na problémy se schvalováním takto upraveného ETCS. Proto bylo při upgradu klasického AVV na AVV over ETCS nutno se přizpůsobit tomu, co byl 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 tedy na vozidlech v ČR existují 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). Často se také do displeje doplňuje servisní stránka diagnostiky ETCS.

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

V traťových mapách jsou (či spíše teprve budou) namísto poloh a kódů MIBů uváděny polohy a kódy balíz ETCS, přičemž traťová mapa musí být po úsecích homogenní (tzn. určitá část tratě je popsána jen jedním typem lokalizátorů, buď MIBy nebo balízami, 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 balízami, 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 balízy 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 přejetí balíže.

Pro úplnost (a zároveň jako přípravu pro správné pochopení závěrečné části příspěvku) ještě dodejme, že zatímco „klasické“ AVV se pomocí balíz 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 balízy a vozidlo jede pod dohledem ETCS).

Na tratích bez ETCS zůstává možnost provozovat systém AVV over ETCS v „klasickém“ režimu, tj. s lokalizací podle informačních bodů a čtením kódů národního VZ – tyto periferie se z vozidel (až na výjimku) nedemontují.

3 AVV OVER ETCS V PRAXI

Rozeberme jednotlivé instalace AVV over ETCS na vozidlech (nejen) Českých drah.

3.1 AVV over ETCS ALSTOM

Lokomotivy ř. 362WTB a rodina jednotek Panter

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 sběrnici 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, je vysílání zopakováno), 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.

Velice podobné řešení jako na lokomotivách **362/162WTB** je použito i na řídicích vozech ř. **80-30** (961, „Sysel“), na el. jednotkách ř. **660** („Interpanter“), jakož i na jednotkách ř. **640.2/650.2** („Regiopanter“), **530/550** („Moravia“) nebo na řídicích vozech ř. **86-72** netrakovních jednotek Škoda 13Ev („Push-pull MSK“), kde se však nejedná o retrofitní instalace, ale o instalace při novostavbě vozidla.

Jednotky ř. 471

ETCS firmy Alstom je 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 ekonomické. Nakonec bylo nalezeno řešení spočívající v dosazení standardní externí jednotky AVV, která komunikuje s nově vyvinutým převodním modulem umístěným do sběrnice vozového počítače namísto původní procesorové desky AVV. Odposlech vnitřní komunikace ETCS je ale stejný jako ve výše zmiňovaných případech.

3.2 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“).

V obou výše zmíněných případech (ALSTOM i CAF) je možnost využívat AVV i v klasickém režimu bez ETCS, tj. s lokalizací pomocí MIBů a s vazbou na zabezpečovač typu LS, resp. Mirel, protože při upgradu zůstaly zachovány periferie pro standardní AVV (snímače inf. bodů, vazba na LVZ typu LS).

3.3 Režim CB-E

Režim CB-E pod 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) jsou 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 (komunikace po sběrnici MVB).

Základním problémem provedení rozhraní dle firmy Siemens by v případné aplikaci pro osobní dopravu ale bylo, 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 apod.) a optimalizaci jízdy (přiřazení času příjezdu konkrétnímu místu na trati; AVV musí znát rychlostní a sklonový profil dál než jen ke konci MA). Takto řešené rozhraní by tedy v osobní dopravě použitelné nebylo.

Ironií osudu je, že v následujícím projektu instalace ETCS na vozidla ČD Cargo (řada 242) již výrobce ETCS nabídl palubní jednotku s plnohodnotným rozhraním dle Subsetu 130, ovšem lokomotivy ř. 242 systémem AVV vybaveny nejsou... (ačkoliv na stroji 242.256 se koncem 80. let 20. století podobné zařízení, byť ještě na analogové bázi, úspěšně zkoušelo).

Režim CB-E pod ETCS CAF

Ačkoliv mobilní jednotka ETCS od firmy CAF disponuje plnohodnotným rozhraním dle Subsetu 130 a podporuje tedy systém AVV over ETCS bez funkčních omezení, bylo při návrhu instalace ETCS do lokomotiv řady **365** (ex Class 12 SNCB) dopravce SD-KD navrženo řešení podobné jako pro lokomotivy 363.5 ČD Cargo, a to z důvodu, že pro nákladní dopravu je takovéto řešení plně vyhovující a méně náročné z provozního pohledu (není nutno např. udržovat mapy tratí či jízdní řády). Oproti řešení na lokomotivě 363.5 ale v tomto případě AVV disponuje úplným rychlostním a sklonovým profilem před vlakem, takže může lépe reagovat na různé „záludnosti“ typu dvou rychlostních schodů blízko za sebou.

4 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). Upgrade bude spočívat v doplnění již zmíněného modemu pro komunikaci s traťovou centrálou a dále ve výměně softwarového vybavení jednotky AVV, přičemž funkčně byl systém ERTMS/ATO v provedení AŽD (vč. „standardního“ hardware od firmy MSV elektronika) úspěšně vyzkoušen při testech interoperability již v roce 2020 ve Švýcarsku (lokomotiva Traxx ř. 185 DB Cargo) a ve Velké Británii (jednotka ř. 313 Network Rail).

Přechod k ERTMS/ATO však není záležitostí pouze provozovatelů vozidel, ale hlavně správce infrastruktury, a bude mít smysl až po vybudování infrastrukturní části systému ERTMS/ATO, která obsahuje traťové centrály s vazbami na systém dispečerského řízení provozu (GTN) a komunikační kanály GSM-R. 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.

Z praktického pohledu je naprostá většina dat popisu infrastruktury pro potřeby ERTMS/ATO shodná s daty pro konfiguraci traťové části ETCS, a bylo by tedy žádoucí řešit jejich změny společně. Zároveň by se tím management změn dat konečně dostal do správy toho, komu přísluší a kdo je za správnost dat zodpovědný – správci infrastruktury (pro klasické AVV jsou data udržována společností AŽD).

„Funkční vzorek“ traťové centrály z produkce AŽD v současnosti pokrývá tratě ve vlastnictví AŽD, tj. Švestkovou dráhu (Litoměřice–Most) a Kopidlnku (Kopidlno–Dolní Bousov), a umožňuje tak na nich provoz systému ERTMS/ATO, což je na Kopidlnce využíváno během „autonomních víkendů“, kdy zde i s cestujícími jezdí souprava tažená vozem 811.111 Edita, vybaveným systémem ERTMS/ATO.

5 JAK DÁL S MIBY?

Na závěr ještě stručně naznačíme osud magnetických informačních bodů na tratích vybavených ETCS (přeci jen toto je součást infrastruktury a nikoliv vozidel, která jsou tématem této konference).

Je potřeba rozlišovat dvě situace: trať s výhradním provozem ETCS a trať 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, musí toto být výhradně ve variantě „over ETCS“, a vozidlo se tedy primárně orientuje dle balíz. MIBy tedy budou na takovéto trati zbytečné (avšak viz dále).

Na tratích se smíšeným provozem je nutné MIBy zachovat pro vozidla s AVV, ale bez ETCS. Typickým příkladem takovéto trati je společný úsek dvou tratí mezi stanicí a odbočkou vedlejší trati, 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.

Podobná je i situace ve stanici typu „přípojná žst. vedlejší trati na hlavní trati s výhradním provozem“.

Celá situace s přechodem od MIBů k balízám je ale ještě komplikovaná 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, je nutné počítat s tím, že jak samotná úprava map, tak i jejich verifikace a distribuce (vše zatím v gesci AŽD) budou trvat nějakou dobu. Systém AVV over ETCS je schopen se i při jízdě pod ETCS lokalizovat i podle MIBů, proto je provozně nezbytné nelikvidovat MIBy ihned po spuštění ETCS, ale prozatím je zachovat (příp. vrátit, pokud byly při rekonstrukci kolejí sneseny) a jejich definitivní odstranění provést až po nasazení ověřených „balízových“ traťových 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.

6 ZÁVĚR

Problematika přechodu od AVV k ERTMS/ATO je čistě národní záležitostí, protože nikde jinde v Evropě není v provozu automatizační systém podobný našemu AVV. Tato situace též dokazuje, že v oblasti automatizace řízení drážních vozidel byla a je Česká republika daleko před zbytkem světa, za což patří dík našim předchůdcům, kteří již v polovině 60. let minulého století stanovili strukturu automatizačního systému tak, že je dodnes používána (byť dnes na jiné technologické základně) a plně vyhovuje současným nárokům.



Literatura

- [1] LIESKOVSKÝ, A. Praktické aplikace ATO over ETCS. In: *11. ročník Konference sdělovací a zabezpečovací techniky na železnici, sborník přednášek*. Praha: Správa železnic, s.o., 2023, s. 47–52.
- [2] EUROPEAN UNION AGENCY FOR RAILWAYS. *CCS TSI Appendix A – Mandatory specifications (ETCS B4 R1, RMR: GSM-R B1 MR1 + FRMCS B0, ATO B1 R1)*. Online. Dostupné z: <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>. [citováno 2025-05-26]

Zasláno / received: 05. 06. 2025, přijato / accepted: 17. 07. 2025, publikováno / published: 17. 09. 2025.

Príspevek recenzovali / The paper was reviewed by: Ing. Jan Ouředníček, Ph.D. (Siemens Mobility, s.r.o.), Ing. Tomáš Konopáč (Správa železnic, státní organizace).