

Aleš Lieskovský, Ivo Myslivec, Pavel Špaček

ETCS a AVV - spolupráce, nikoliv konkurence

Klíčová slova: *ETCS, AVV, vlakový zabezpečovač, automatizace jízdy vlaku*

Úvod

Od okamžiku, kdy se rozhodlo o zavedení systému ETCS v ČR, se objevují nesprávné názory na vztah obou systémů. I když obě zařízení mají podobné vnější projevy, je jejich určení rozdílné. Ale právě rozdílnost určení z nich dělá dokonalou dvojici, která společně pokrývá téměř celý rozsah činnosti strojvedoucího během jízdy vlaku.

ATP-ATC-ATO

V současnosti se v oblasti zabezpečení a automatizace jízdy vlaku používají pojmy Automatic Train Protection (ATP), Automatic Train Control (ATC), Automatic Train Operation (ATO) a Automatic Train Driving (ATD). Jejich výklad bohužel není sjednocen, takže totéž zařízení je jedním autorem označeno jako ATC, zatímco jiným jako ATO.

S ohledem na vývoj zabezpečovací techniky a snahu oddělit zabezpečovací systémy nové generace od jejich předchůdců proto uvedme správný význam těchto zkratk:

- ATP - Automatic Train Protection - vlakové zabezpečovací zařízení „staršího“ typu, které některým svým parametrem neumožňuje být nazýváno jako ATC (viz dále), tj. zařízení bez souvislé kontroly rychlosti nebo zařízení se sice souvislou, avšak stupňovitou kontrolou rychlosti.
- ATC - Automatic Train Control - vlakové zabezpečovací zařízení „novějšího“ typu, mající souvislou kontrolu rychlosti a používající brzdné křivky (slovo „control“ tedy neznamená „řízení“ a je poněkud zavádějící).

Dr. Ing. Aleš Lieskovský, nar. 1964. Absolvent VŠDS Žilina, obor Elektrická trakce a energetika. V r. 1995 obhájil na VŠDS Žilina doktorskou práci z oblasti řídicích systémů hnacích vozidel. Do r.1996 ve VÚŽ, nyní v AŽD Praha s.r.o. Zabývá se vývojem automatizačních a diagnostických systémů pro drážní vozidla.

Dr. Ing. Ivo Myslivec, nar.1967. Absolvent FEL ČVUT Praha, obor technická kybernetika. V r. 1995 obhájil na VŠDS Žilina doktorskou práci z oblasti řídicích systémů hnacích vozidel. Do r.1996 ve VÚŽ, nyní v AŽD Praha s.r.o. Zabývá se vývojem automatizačních a řídicích systémů pro drážní vozidla.

Ing. Pavel Špaček, nar.1951. Absolvent FEL ČVUT Praha, obor technická kybernetika. V letech 1975-96 pracovník VÚŽ, nyní vedoucí odd. vývoje automatizačních a řídicích systémů pro kolejová hnací vozidla v AŽD Praha s.r.o.

- ATO - Automatic Train Operation - zařízení pro automatické řízení vlaku, tj. pro provozní ovládání pohonu a brzd (slovo „operation“ je použito místo již použitého slova „control“).
- ATD - Automatic Train Driving - zařízení pro plně bezobslužný provoz vlaku.

Pozn.: někteří autoři, zastávající spíše pozice jazykového purismu, zahrnují zde definované ATC pod ATP a o ATO hovoří jako o ATC.

ATC systém ETCS (level 2)

ETCS (European Train Control System) je jednotný celoevropský systém pro zabezpečení jízdy vlaku. Z hlediska systematiky se jedná o vlakový zabezpečovač s úplnou souvislou kontrolou rychlosti, se smíšeným bodově - liniovým přenosem informací na vozidlo a se zpětným přenosem informací z vozidla do centrály.

Slovo "control" v názvu lze chápat i tak, že ETCS - na rozdíl od starších vlakových zabezpečovačů - má mnohem širší vazbu do vozidla a ovládá i zařízení, na které klasický vlakový zabezpečovač vazbu nemá (např. sběrače, hlavní vypínač, ovládání dveří apod.). I přes tyto "mezioborové" vazby není ETCS schopen řídit vozidlo, tj. regulovat trakční výkon. Pouze (podle konkrétní aplikace) může být schopen zadávat požadavek na provozní brzdu (nikoliv však už regulovat brzdou sílu této brzdy).

Na vozidlo se z tratě, resp. z centrály, přenáší hlavně statický rychlostní profil (tj. rychlostní profil daný proměnnými i neproměnnými návěstidly) a tzv. Movement Authority (MA), tj. souřadnice bodu, do kterého má vlak oprávnění k jízdě. Další důležitou přenášenou informací je sklonový profil, který společně s údaji o brzdových schopnostech vlaku slouží mobilní části k vytváření dynamického rychlostního profilu a tedy i brzdných křivek pro konkrétní vlak a konkrétní situaci.

Překročení každé křivky vyvolá určitou akci (výstraha, případné provozní brzdění, rychlobrzda). Pokud je aktivována provozní brzda, je její zrušení možné pouze zásahem strojvedoucího. Zásah nouzové brzdy pak vede k zastavení vlaku. V každém případě je zabezpečovačem vyvolaný zásah brzdy (i provozní, o nouzové ani nemluvě) z provozního hlediska nežádoucí a vede k narušení normálního průběhu jízdy.

ATO systém AVV

AVV (Automatické vedení vlaku) je automatizační systém určený pro automatizaci řízení vozidel především na tratích v České republice. Jedná se o systém schopný aperiodicky navést vlak na určenou rychlost (vyšší či nižší než rychlost okamžitá), rychlost udržovat s přesností do 1 km/h, cílově zabrzdít do určeného místa (na nulovou i nenulovou rychlost) s vysokou přesností (přesnost zastavení 1 m, v případě brzdění na nenulovou rychlost pak dosažení této rychlosti právě s nulovým odrychlením) a řídit vlak tak, aby do následující stanice či zastávky dojel právě včas a s minimem spotřeby energie.

AVV je tedy přímo určeno k řízení vlaku, je schopno ovládat trakční výkon, případnou dynamickou brzdu i brzdu samočinnou (pneumatickou).

Na vozidlo se přenáší pouze informace o poloze vlaku na železniční síti, včetně informace o směru jízdy, a informace o kódu vlakového zabezpečovače (pokud je tato informace k dispozici). Všechny ostatní potřebné informace jsou uloženy v paměti systému, ať již v pevné paměti (traťová mapa, jízdní řád) či jako data zadaná strojvedoucím (či převzatá z tachografu) před započítím jízdy (např. číslo vlaku, délka vlaku, brzdicí procenta). Vytvářené brzděné křivky slouží pro řízené provozní brzdění. Vlak je na ně řízeně naveden, po nich veden a neměly by být překročeny. Před cílem je pak zavedeno řízené odbrzdění.

Brzdění řízené systémem AVV je běžný provozní jev a je žádoucí, aby toto brzdění bylo zavedeno právě z důvodu zabránění zásahu vlakového zabezpečovače.

Dále však AVV zajišťuje několik provozně důležitých funkcí, které do ETCS implementovány nejsou, neboť nejsou bezpečnostně relevantní. Je to např. brzdění do stanic a zastávek, ve kterých má daný vlak zastavit, či již zmiňované řízení průběhu jízdy s ohledem na dodržování grafikonu a minimalizaci spotřeby trakční energie.

I když je vnitřními obvody zajištěno, že v případě poruchy se AVV zachová bezpečným směrem, není v žádné případě možno AVV považovat za zařízení bezpečné (fail-safe) či zabezpečovací. V každém případě musí být vozidlo vybaveno schváleným zabezpečovacím systémem a tento systém musí být během jízdy v provozu. Ovšem v případě poruchy zabezpečovače během jízdy není nutno systém AVV vypínat, zařízení pouze vyžaduje po strojvedoucím zadávání návěstních znaků ručně (musí ovšem fungovat systém orientace vlaku na trati, což je možné při stávajícím vybavení trati informačními body a vybavení vozidla jejich snímači). Vypnutí AVV by bylo nežádoucí z hlediska bezpečnosti jízdy, neboť strojvedoucí je již stresován výpadkem jednoho systému a AVV mu pomáhá dodržováním rychlostních omezení, jakožto i samočinným brzděním k návěstidlům, pokud strojvedoucí aktivně nezadá neomezuující návěstní znak.

Bezpečnost a ekonomika provozu

Ačkoliv oba systémy nepopíratelně přispívají ke zvýšení bezpečnosti a ekonomiky provozu, jsou jejich konkrétní přínosy opět duální a výtečně se doplňují.

Jak již bylo řečeno, ETCS je zabezpečovací systém a jeho primárním úkolem je technicky zajistit bezpečnou jízdu vlaku. Bezpečnost je zajištěna aktivní činností systému, který kontroluje jízdu vlaku tak, aby v žádném místě tratě nebyla překročena rychlost dovolená návěstidly (proměnnými i neproměnnými), ani rychlost dovolená dalšími předpisy. Z hlediska vnitrostátního provozu v současných podmínkách je ekonomický přínos ETCS sekundární a dá se odhadnout z úspor, které vzniknou zabráněním nehod, jež by vznikly vinou nedokonalosti současného vlakového zabezpečovače a lidského faktoru.

Naproti tomu AVV je automatizační systém, jehož hlavní činností je automatickým řízením vlaku lépe využívat parametrů tratě a vlaku a toto lepší využití, současně s přesným výpočtem očekávaného průběhu jízdy, převést v konečném důsledku na úsporu trakční energie. Přínos AVV k bezpečnosti provozu je v odbřemenění strojvedoucího od rutinní činnosti. Strojvedoucí se tudíž může plně věnovat situaci na trati a zjišťovat, zda-li nehrozí nějaká kolizní situace, která nevyplývá přímo z dopravní situace a kterou tudíž ETCS nemůže zjistit a reagovat na ni (např. pohyb osob v kolejišti, silniční vozidlo uváznuté na přejezdu, poškozená trať či trolejové vedení, uvolněný náklad na protijedoucím vlaku atd.)

Spolupráce systémů ETCS + AVV

Z uvedeného textu je zatím vidět, že obě zařízení nemají společné výstupní funkce, tudíž nelze jedno nahradit druhým. Obě zařízení se však vzájemně funkčně doplňují.

Na druhou stranu je možné využít přenosový kanál systému ETCS pro přenos dat pro AVV, tj. předávat informace o poslední přijaté skupině balíz a nahradit tím současné informační body MIB 6 (obdobný přenos informací ze systému ATP do ATO se využívá i v systému LZA, provozovaném v pražském metru na trati A).

Srovnání činnosti strojvedoucího na vozidle bez AVV a s AVV:

činnost	ETCS bez AVV		ETCS s AVV		
	člověk	ETCS	člověk	AVV	ETCS
pokyn k rozjezdu			x		
řízení rozjezdu	x	BK		x	BK
dosažení a jízda V _{max}	x	BK		x	BK
brzdění k omezení rychlosti	x	BK		x	BK
navedení a jízda omez. rychlostí	x	BK		x	BK
pokyn ke zvýšení rychlosti			x		
řízení rozjezdu	x	BK		x	BK
výběh před zastavením (s ohledem na dojezd "právě včas")	x			x	
vjezd omezenou rychlostí	x	BK		x	BK
zastavení ve stanici	x			x	

x - provádí

BK - bezpečně kontroluje

Je tedy vidět, že používáním systému AVV nejsou nijak dotčeny funkce vykonávané systémem ETCS. Zároveň je ale vidět, že samotný systém ETCS nesnižuje pracovní zatížení strojvedoucího, tj. strojvedoucí se musí aktivně zabývat řízením vozidla, místo aby především sledoval situaci na trati a zvyšoval tak aktivní bezpečnost provozu. Z výsledků simulací i prvních pilotních nasazení v zahraničí jsou dokonce poznatky, že strojvedoucímu je předáváno podstatně více informací, než tomu bylo dříve, a pracovní zatížení strojvedoucího tak paradoxně roste.

V případě, že vozidlo bude vybaveno oběma systémy, se systém AVV musí chovat tak, aby nedošlo k zásahu vlakového zabezpečovače. To je zajištěno jednak tím, že oba systémy používají společný systém orientace na trati (tím je omezen zásah vlakového zabezpečovače z důvodu odlišného vyhodnocení polohy vozidla na síti), dále shodným nastavením průměru kol v obou systémech pro zajištění co největší shody v měření rychlosti (toto nastavení se ovšem provádí individuálně pro každý systém a shodu nastavení musí zajistit pracovník údržby) a v neposlední řadě i předáváním parametrů, podle nichž ETCS generuje brzdné křivky, do AVV. Tím, že AVV automatizuje řízení jízdy, tedy dochází ke značnému snížení pracovního zatížení strojvedoucího.

Realizace spolupráce ETCS + AVV na vozidlech pilotního projektu ETCS

V pilotním projektu ETCS ČD se uvažuje ověřit spolupráci mezi oběma systémy na vozidlech 471/971 a 362. El. jednotka 471/971 je systémem AVV již vybavena, ale je velmi obtížné tuto jednotku uvolnit z pravidelného oběhu pro provádění dlouhodobých a náročných zkoušek. Proto bylo rozhodnuto vybavit systémem AVV i jednu lokomotivu ř. 362, kterých je sice také nedostatek, ale lze očekávat rozšíření jejich počtu úpravou lokomotivy ř. 363.

Obě zařízení budou propojena sériovou linkou RS422, která umožní z ETCS do AVV předávat informace o statickém rychlostním profilu, okamžité poloze vlaku a parametrech vlaku (např. délka, brzdicí procenta apod.). Zatímco rychlostní profil a poloha jsou předávány trvale, parametry vlaku jsou předány před začátkem jízdy a poté v určitých časových intervalech.

Obráceným směrem (do ETCS) půjde jen potvrzení o bezchybném příjmu dat.

Vozidla budou vybavena kompletní výbavou AVV, tj. včetně snímačů původních informačních bodů. Důvodem je jednak porovnání přesnosti určování polohy z obou systémů (dodavatel ETCS zatím např. nebyl schopen garantovat dobu, za jakou předá systému AVV informaci o průjezdu nad balízou), ale hlavně skutečnost, že pilotní úsek ETCS pokrývá jen malou část trasy, na které je možno AVV využívat.

Závěr

Z dostupných podkladů vyplývá, že systém ETCS nebyl doposud ještě nikdy navázán na automatizační systém pro řízení jízdy (protože takový systém na zahraničních železnicích neexistuje). Bylo potřeba navrhnout rozhraní mezi oběma systémy (jak na fyzické, tak na logické úrovni) a zajistit též vhodný výstup pro strojvedoucího (na pultě strojvedoucího je již nouze o místo). Jelikož v pilotním projektu dojde na realizaci palubní části ETCS jak na vozidle bez AVV (lokomotiva ř. 151), tak na vozidlech s AVV, bude možno konkrétně porovnat přínosy této spolupráce, a to jak na technické úrovni (např. srovnáním četnosti zásahů ETCS v obou případech), tak v dopadu na pracovní zatížení strojvedoucích (např. tím, zda-li strojvedoucí budou AVV zapínat či pojedou raději "na ruku").

Literatura

1. POSPÍŠIL, M., ŠULA, B.: Automatické řízení trakčních vozidel. *Sborník prací Výzkumného ústavu železničního, 1974, sv.1, s.7-28.*
2. ŠULA, B.: Einfluss der Fahrtechnik auf den Energieverbrauch eines Personenzuges. *Elektrische Bahnen, 1990, no.4.*
3. ŠULA, B.: Cílové brzdění a automatické vedení vlaku u ČD. *Nová železniční technika, 1996, č.2.*
4. LIESKOVSKÝ, A.: Styk mikropočítačového řídicího systému moderních hnacích vozidel s technickým okolím a obsluhou. *Doktorská disertační práce. Žilina, VŠDS, 1995.*
5. MYSLIVEC, I.: Příspěvek k řešení traťové části vlakových automatizačních a zabezpečovacích zařízení včetně prostředků pro tvorby mapy tratě pro vozidlo. *Doktorská disertační práce. Žilina, VŠDS, 1995.*
6. LIESKOVSKÝ, A., MYSLIVEC, I., ŠULA, B. Moderní řídicí systémy hnacích vozidel Českých drah. *Automatizace č.8, 1996*
7. MYSLIVEC, I., ŠPAČEK, P., ŠULA, B.: Automatické vedení vlaku AVV. *Vědeckotechnický sborník č. 5, VÚŽ, 1998*
8. CHUDÁČEK, V., LOCHMAN, L.: Vlakový zabezpečovací systém ERTMS/ETCS (1. a 2. část). *Vědeckotechnický sborník č. 5 a č. 7, VÚŽ, 1998 a 1999*
9. LIESKOVSKÝ, A.: Pilotní projekt ČD ETCS, mobilní části - rozhraní k vozidlu. *Sborník 2. konference Moderní technologie a diagnostika v železniční telekomunikační a zabezpečovací technice, České Budějovice, 2005*
10. LIESKOVSKÝ, A.: Automatické vedení vlaků Českých drah. *Automatizace č. 10, str. 40, 2004*

V Praze, červen 2006

Lektoroval: Ing. Petr Varadinov, SŽDC