

Ivo Myslivec, Pavel Špaček, Božetěch Šula

Automatické vedení vlaku AVV

klíčová slova: *cílové brzdění, regulace rychlosti, energetická optimalizace zabezpečovač jízdy vlaku, popis tratě, Route Map, traťový informační bod*

1. Charakteristika

Systém AVV ČD je určen pro automatizaci řízení kolejových vozidel na tratích Českých drah.

Zařízení je součástí vyššího systému řízení jízdy hnacích (a řídicích) vozidel označeného **CRV&AVV**, tj. **Centrální Regulátor Vozidla a Automatické Vedení Vlaku**. Zařízení je navázáno na liniový vlakový zabezpečovač ČD typu LS 90.

Soubor zařízení se skládá z **funkční, traťové a datové části**. Mobilní část tvoří řídicí počítač, snímače traťových informačních bodů, zadávací klávesnice a displej na stanovišti strojvedoucího. Jádrem řídicího počítače jsou výkonné mikroprocesory (existuje verze 32 bitová a 16 bitová). Traťovou část tvoří systém adresných traťových informačních bodů. Adresná informace je kódována v zabezpečeném kódu a je přenášena na vozidlo pomocí stejnosměrného magnetického pole. Datová část, tzv. Route Map, obsahuje popisy tratí a data z jízdních řádů vlaků a je uložena v mobilní části zařízení (v paměťovém poli řídicího počítače).

Soubor CRV&AVV poskytuje mimo funkce ručního řízení vozidel ještě funkci řízení vozidla s automatickou regulací rychlosti jízdy (základní režim řízení vozidla) a funkci automatického cílového brzdění a vedení vlaku.

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

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.

Ing. Božetěch Šula, CSc., nar.1928. Absolvent Strojní fakulty ČVUT Praha, obor kolejová vozidla. Dizertační práci obhájil na VŠŽ Praha. Problematiku automatického řízení kolejových hnacích vozidel rozvíjel za svého působení v Moravskoslezské vagónce Studénka, později ve Výzkumném ústavu dopravním, resp. železničním. Nyní spolupracuje s AŽD Praha s.r.o.

2. Popis struktury systému AVV ČD - Obrázek č. 1

2.1. Funkční část

2.1.1. Centrální regulátor vozidla (CRV)

Základní funkční částí systému je centrální regulátor vozidla (dále CRV), jehož úkolem je zajistit řízení vozidla v režimu "Automatická regulace rychlosti", kdy je vozidlo řízeno tak, aby dodržovalo (v režimu Jízda) resp. pouze nepřekračovalo (v režimu Výběh) nastavenou požadovanou rychlost. Tuto základní funkci je systém AVV schopen plnit na každém vozidle, na němž je instalován, a na každé trati, přičemž trať v tomto případě nemusí být vybavena žádným s AVV spolupracujícím zařízením. CRV je vnitřně členěn na centrální řídicí člen (CŘČ) a regulátor rychlosti (RR). Požadovaná rychlost může být zadávána buď přímo strojvedoucím nebo zařízením pro automatické cílové brzdění.

2.1.2. Regulátor rychlosti (RR)

Regulátor rychlosti je charakterizován následujícími rysy:

- navádění na požadovanou rychlost je aperiodické
- navádění a udržování rychlosti se děje regulací výkonu (je-li požadovaná rychlost větší než rychlost skutečná) nebo regulací brzdy (je-li požadovaná rychlost menší než rychlost skutečná).
- udržování rychlosti s vysokou přesností (± 1 km/hod) podle sklonu tratě buď regulací výkonu, nebo regulací brzdy
- při brzdění se přednostně využívá dynamická brzda (pokud ji vozidlo má)
- možnost odměřování "konce vlaku" - automatické pozdržení předvolené rychlosti, dokud konec vlaku nemine místo, kde začíná vyšší dovolená rychlost.

K řízení tažné a brzděné síly vozidla se používá jednotný signál „poměrný tah“. Tímto signálem je možno řídit i několik (i navzájem různých) vozidel v soupravě. „Poměrný tah“ svou definicí vylučuje možnost vzniku požadavku většího, než je okamžitá trakční schopnost toho kterého vozidla. Na určitou hodnotu „poměrného tahu“ reagují různá vozidla hodnotou tažné (brzděné) síly poměrnou ke své okamžité maximální hodnotě. Zároveň „poměrný tah“ zajišťuje okamžitou reakci vozidla na změnu požadavku

2.1.3. Regulátor cílového brzdění (RCB) a optimalizátor jízdy vlaku (OJV)

Regulátor cílového brzdění (dále RCB) a optimalizátor jízdy vlaku (dále OJV) jsou vrcholovými částmi systému. Takto úplný systém (CRV&AVV) je schopen zajistit automatické řízení vlaku (ATO - automatic train operation) tak, že zajišťuje:

- respektování traťové rychlosti a dále samočinné cílové brzdění před místem, kde je snížena,
- respektování návěstních znaků návěstidel a samočinné cílové brzdění k hlavním návěstidlům zakazujícím jízdu nebo povolujícím jízdu sníženou rychlostí,
- samočinné cílové brzdění k nástupištím těchto stanic a zastávek, ve kterých má vlak zastavit,
- strojvedoucím spouštěné cílové brzdění k začátkům přechodných pomalých jízd (pomalé jízdy trvalejšího charakteru se mohou zanést do popisu tratě),

- samočinné zadávání výběhu v okamžiku, kdy je možné nejbližší stanice nebo zastávky dosáhnout jízdní strategií výběh - brzda v předepsaném čase (typicky +/- 3 s). Uvedený způsob jízdy vede ke minimální spotřebě energie pro trakční účely.

Přitom přesnost navedení na určené místo zastavení vlaku nepřesahuje +/- 3 m, což je cca +/- 3 promile z odměřované vzdálenosti.

Výše uvedené stručné body v sobě skrývají další schopnosti systému AVV: systém např. nedovolí překročení traťové, stanovené či návěstěné rychlosti ani při většině chybných manipulací strojvedoucího (např. omylem navolená větší rychlost, předčasná volba vyšší rychlosti apod.), zabrání nechtěnému projetí zastávky, omezuje možnost předčasného odjezdu, omezuje riziko "zapomenutí" návěstního znaku, přispívá ke snížení spotřeby energie (změřené úspory činily u osobního vlaku cca 30 %, v některých mezistaničních úsecích však až 80 % energie proti běžnému strojvedoucímu).

2.2. Traťová část - informační body

Traťová část systému AVV je tvořena traťovými informačními body typu MIB 6, rozmístěnými v kolejišti podle určitých zásad.

Informační bod sestává ze dvou dřevěných hranolů (profilu dřevěného prazce), uložených podélně v koleji. V těchto hranolech je umístěno celkem 8 permanentních magnetů. Rozmístění a polarita magnetů nesou informaci, kterou je schopno vozidlo svými patřičnými, jednoduchými snímači zjistit. Tato informace je unikátní u každého bodu v síti ČD. Použitý systém kódování poskytuje zabezpečení až na úrovni $H = 8$ a dává přes 30 000 směr jízdy rozlišujících variant. Tento počet je pro celou síť ČD postačující.

Informační body tedy poskytují jednoznačnou informaci o okamžité poloze vlaku. Ostatní neproměnné informace potřebné pro vedení vlaku, jako například traťová rychlost (tedy i relativně zvýšená rychlost v obloucích pro jednotky s naklápěcími skříněmi v důsledku respektování všech úrovní pro ně povolené hodnoty nedostatku převýšení a délek přechodnic), poloha návěstidel, sklon tratě a jiné, získává AVV z mapy tratě (součást mobilní části), a to na prakticky libovolnou vzdálenost před vlakem. Při větvení tratě (staniční zhlaví) se prostřednictvím informačního bodu zjistí skutečné pokračování vlakové cesty (staniční či traťová kolej).

Z uvedeného vyplývá, že informační body musí být instalovány především za každým zhlavím nebo kolejovým rozvětvením (míněno pro vlakové cesty, ne pro posunové). Většina zhlaví je přitom pojížděna oběma směry, takže na vícekolejných tratích (a v odbočných stanicích na jednokolejných tratích) budou podle předcházející zásady instalovány informační body z obou stran vícekolejných zhlaví. Na straně staniční koleje budou přitom informační body umísťovány v blízkosti izolovaných styků odjezdových (cestových) návěstidel - tím budou soustředěny do jednoho místa prvky vyžadující jistý ohled při údržbě kolejiště. Na straně tratě pak budou umístěny ve vzdálenosti nejméně 50 m od styku krajní výhybky, aby nemohly být zaměněny za magnety sloužící k označení hranice definičního úseku tratě (nepatřící k systému CRV&AVV).

Na širé trati slouží informační body v zásadě pouze k upřesňování polohy vlaku na trati. Zde je však třeba brát v úvahu ještě skutečnost, že "adresy" informačních bodů mohou být zároveň použity pro identifikaci návěstidel při radiovém přenosu návěstních znaků. Pro trať s autoblokem tak vychází požadavek na 1 informační bod pro dvojici protisměrných oddílových návěstidel (nejsou-li obě návěstidla umístěna v témže místě, postačí 1 informační bod u jednoho z nich). Na vícekolejně trati přitom vjezdovému návěstidlu a prvnímu

návěstidlu automatického bloku (pokud netvoří protisměrnou dvojici oddílových návěstidel) přísluší informační bod na začátku traťové koleje (tj. u zhlaví - viz předešlý odstavec). Umístováním informačních bodů k oddílovým návěstidlům je i zde dodržována zásada soustředění prvků vyžadujících ohled, navíc konstrukce informačního bodu nebrání strojnímu podbíjení.

Počet informačních bodů potřebných pro vybavení konkrétní tratě vychází z počtu a velikosti stanic, z počtu traťových kolejí a traťových oddílů. Přibližný odhad lze přitom získat z délky tratě: pro dvoukolejnou trať Praha-Kolín (0. kolej není osazena) vychází 162 bodů na 62 km, tj. cca 2.6 bodu na kilometr, přitom ve stanicích jsou osazeny jen koleje, ve kterých mohou zastavovat vlaky osobní přepravy (obvykle 4 nebo 5 kolejí). Při respektování vlivu velkých stanic lze pak dospět k nejpesimističtějšímu odhadu 3.5 bodu na 1 km dvoukolejné tratě. Jako příklad rozmístování traťových informačních bodů poskytuje schematické znázornění na obr.č.2.

2.3. Datová část

2.3.1. Popis tratě (Route map)

Popis tratě vzniká zpravidla současně s projektem osazení tratě informačními body (tzv. prvotní pořízení). Zásady pro zpracování tohoto projektu, tj. především volba a umístění informačních bodů, byly uvedeny výše v čl. 2.2. Na tomto místě je třeba zdůraznit, že sestavování popisu tratě využívané vozidly s naklápěcími skříněmi z principu nevyžaduje z tohoto důvodu zvyšování počtu informačních bodů.

Během dalšího užívání je pak popis tratě aktualizován, například z důvodů změny rychlostního profilu tratě, změny polohy návěstidel při rekonstrukci zabezpečovacích zařízení, zřízení nové zastávky a podobně. Při větších rekonstrukcích tratí a stanic může být někdy nutné změnit polohu nebo i počet IB v rekonstruovaném místě.

2.3.2. Data ze (sešitových)jízdních řádů

Obsahují především informace o číslech a trasách a stanovené rychlosti vlaků, na kterých má být systém RCB v činnosti, dále informace o zastavování těchto vlaků v jednotlivých stanicích a zastávkách a v neposlední řadě informace o časech příjezdů a odjezdů, resp. průjezdů těmito stanicemi, zastávkami nebo jinými významnými body tratě.

Organizace datové paměti systému RCB umožňuje jak společné, tak i oddělené uložení popisů tratí a dat ze sešitových jízdních řádů (v druhém případě s různými přístupovými právy), rovněž je možné poměrně snadno omezit možnosti programových prostředků určených pro pořizování popisu tratí (a dat z jízdních řádů) pouze na zpracování dat z jízdních řádů. Od pracovišť odpovídajících za popisy tratí potřebuje zpracovatel dat z jízdních řádů pouze číselník tratí a výchozích míst na tratích (pro popis trasy vlaku) a číslování stanic a zastávek na jednotlivých tratích.

2.3.3. Pořizování a údržba datové části

Práce týkající se pořízení a údržby dat pro systém AVV je vhodné rozdělit na:

- prvotní pořízení a (ad hoc) údržbu popisu tratí,
- pravidelné (roční) zpracování dat ze sešitových jízdních řádů a jejich (ad hoc) údržbu,

- šíření výše uvedených dat a jejich instalaci na vozidlech.

Je zcela reálné získávat data ze sešitových jízdních řádů automatizovaně, na základě jiných databází obsahujících potřebná data. Pokud tedy existují data pro automatizovaný tisk SJŘ, je možné z nich čerpat i pro data pro AVV. Vzhledem ke každoročnímu využití se vytvoření programových prostředků pro tyto účely vyplatí.

Zatímco první dvě z výše uvedených činností by měly být zajišťovány kvalifikovaným pracovištěm, zbylou činnost může poměrně snadno zajistit i jiné pracoviště (s nižšími kvalifikačními nároky). Osoba zajišťující šíření a instalaci dat na vozidla nečiní žádné zásahy do popisu tratě, nýbrž pouze způsobem k tomu určeným zavádí popis jako celek do příslušných paměťových oblastí na vozidlech. Prostředky, jimiž jsou vozidla pro tyto účely vybavena, jsou pak již schopny v dostatečné míře kontrolovat korektnost této činnosti (testy úplnosti a konzistence přenášených dat apod.).

Popis tratí (Route Map) celé sítě tratí České republiky (a data z jízdních řádů pro vlaky, přicházející v úvahu) se svým objemem vejde do paměti umístěné na procesorové desce řídicího počítače (polovičního evropského formátu).

2.3.4. Další možnosti využití

Použití informačních bodů a popisu tratě se neomezuje pouze pro účely automatizace vedení vlaku. Informační body je možno zaznamenávat např. do záznamu jízdy v rychloměru (tím dojde k žádané dráhové synchronizaci záznamu se skutečností), je možno je využívat pro orientaci měřicích vozů traťového svršku či trakčního vedení, využívat je k ochraně vícesystémových vozidel na styku dvou proudových soustav (k tomuto účelu jsou body instalovány např. v žst. Kutná Hora hl.n.), získávat z nich informace pro činnost informačních systémů ve vlaku či pro řízení naklápění vozidel s naklápěcími skříněmi (např. zákaz naklápění ve zhlavích) a dále pro adresné radiové návěstění.

3. Vzájemný vztah mezi zařízeními VZ-ČD (LS90 a předchozí verze), AVV-ČD a ETCS

3.1. Vztah mezi VZ-ČD a AVV- ČD

VZ-ČD je liniovým vlakovým zabezpečovačem - LVZ a je koncipován jako zabezpečovač s kontrolou bdělosti strojvedoucího a s přenosem návěstních znaků na stanoviště strojvedoucího (nazývaným též „kabinovou signalizací“, jejíž přínos, a to nejen pro bezpečnost provozu, je významný a provozem potvrzený). VZ - ČD je systému automatického vedení vlaku AVV nadřazen a AVV do jeho činnosti nijak nezasahuje. VZ-ČD, resp. jeho mobilní část, poskytuje pro zařízení AVV na kódované trati návěstní znaky návěstidla, ke kterému se vlak blíží. Nejnovější verze mobilní části VZ-ČD LS90 má již ve své konstrukci k tomu vytvořené výstupy určené pro AVV, zatímco u starších verzí je třeba pro tento účel zřídit příslušný samostatný interface, který byl vytvořen v oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky Výzkumného ústavu železničního. Na druhé straně AVV nesnímá ze strojvedoucího povinnost potvrzovat bdělost, když to zařízení VZ-ČD vyžaduje. Dále AVV doplňuje činnost vlakového zabezpečovače v tom, že samočinně řídí výkon a brzdy vlaku tak, aby:

- vlak jel nejvýše rychlostí, která odpovídá dovolené rychlosti v tom kterém úseku tratě včetně stanovené rychlosti toho kterého vlaku pro ten který úsek tratě, počítaje v to i jednotky nebo vlaky s naklápěcími skříněmi, i když by strojvedoucí uplatňoval požadavek na rychlost vlaku vyšší,

- začal vlak zvyšovat rychlost, teprve když celý vlak vjede do úseku, kde je dovolená vyšší rychlost, než v úseku předchozím, i když by strojvedoucí uplatnil volbu vyšší rychlosti dříve než se tak stane,
- vlak projížděl místem, odkud platí rychlost nižší než před ním, již patřičně sníženou konstantní rychlostí,
- vlak zastavil 50 m před návěstidlem v poloze „Stůj“ tak včasným zahájením snižováním rychlosti, aby k tomu stačilo cca 50% účinnosti brzd.

3.2. Vztah mezi zařízením ETCS a AVV

Zařízení ETCS je koncipováno jako zabezpečovač s kontrolou rychlosti vlaku. To znamená, že rychlost vlaku neřídí, nýbrž hlídá překročení ještě dovolené rychlosti tím, že na toto nebezpečí nejdříve akusticky či opticky upozorní strojvedoucího. Při následném překročení této ještě dovolené rychlosti zasahuje zavedením „provozního“ účinku brzd (předem stanoveným stupněm) a v povážlivějším případě, když shledá, že zavedený provozní brzdící účinek není dostatečný, zavede urgentní brzdění (rychločinné brzdění) a to v tomto případě vždy podle našich předpisů až do zastavení vlaku. Ještě dovolenou rychlostí se zde myslí rychlost, ze které má vlak reálnou možnost před návěstidlem v poloze „Stůj“ s využitím „provozního“ účinku brzd zastavit, anebo začátek úseku se sníženou rychlostí neprojet vyšší rychlostí, než je tato snížená.

AVV může spolupracovat se zařízením ETCS těmito způsoby:

- Zařízení AVV jakožto zařízení ve funkční úrovni označované v zahraničí jako ATO (Automatic train operation) doplňuje funkci ETCS tím, že řídí jízdu vlaku jak bylo v předešlém popsáno, tj. reguluje rychlost vlaku tak, aby nedocházelo k zásahům zařízení ETCS jakožto zabezpečovače.
- V případě, že by byla trať vybavena (euro)balízami a příslušná vozidla náležitou mobilní částí (ETCS) a každá balíza by nesla svůj místně adresný znak (což se předpokládá), zařízení AVV je schopné přes definované rozhraní přejímat z ETCS pro svou činnost potřebné informace. Potom by AVV nepotřebovalo své traťové informační body MIB 6.
- Na druhé straně zařízení AVV může pro ETCS poskytovat informace ze svého propracovaného a vyzkoušeného systému popisu tratě tzv. Route Map.

3.3. Grafické znázornění vztahů mezi AVV a zabezpečovačem VZ-ČD a případně s moderními zabezpečovači s kontrolou rychlosti např. Ericab 700 nebo ETCS

3.3.1. Obrázek č.3

Na obr.č.3 je znázorněno chování se moderního zabezpečovače s kontrolou rychlosti při přibližování se vlaku k návěstidlu v poloze „Stůj“. Dále je současně zobrazena spolupráce VZ-ČD s AVV na trati s automatickým blokem a přenosem návěstních pojmů na stanoviště strojvedoucího; obojí v případě vlaku jedoucího rychlostí 160 km/h. V tomto obrázku jsou znázorněny meze pro zásah zabezpečovače s kontrolou rychlosti. Jsou to:

- Mez pro varování, což je ona výše zmíněná „ještě dovolená“ rychlost.
- Mez pro uplatnění „provozního brzdění“.
- Průběh uplatnění rychločinného brzdění, což nastává v případě, že účinek „provozního brzdění“ je nedostatečný.

Dále je na tomto obrázku znázorněno brzdění „ideálním strojvedoucím“ anebo zařízením AVV, tj. jeho částí - cílovým brzděním. Má variantu odpovídající stávajícímu návěstění, kdy v okamžiku objevení se „žlutého světla“ na opakovači LVZ musí strojvedoucí nebo AVV zahájit brzdění s takovým účinkem, aby u následujícího návěstidla (v tomto případě v poloze „Výstraha“) měl vlak rychlost nejvýše 120 km/h. V případě radiového návěstění průběh brzdění „ideálním strojvedoucím“ nebo zařízením AVV je charakterizován dřívějším počátkem brzdění, ale s významně nižším účinkem brzd, což dále zvyšuje bezpečnost, dává možnost téměř výlučného použití dynamické brzdy s významným šetřením součástí třecích brzd. To pak vede k významným úsporám v udržovacích nákladech (drahých) vozidel a jednotek. Taktéž včasným zahájením brzdění se získává čas pro možnost pominutí příčiny, ze které je příslušné návěstidlo v poloze „Stůj“, a tím šetření trakční energie pro eventuální rozjezd ze zastavení.

Rozdíl ve vnějším projevu funkce AVV a zabezpečovače s kontrolou rychlosti spočívá v tom, že zabezpečovač s kontrolou rychlosti zavede buď „provozní brzdění“ (s určitým stupněm využití brzd) anebo „rychlobrzdu“ s maximálním účinkem brzd včetně brzd magnetických kolejnicových, pokud je jimi vlak vybaven a po zavedení brzdění není již tento proces regulován a zastavení vlaku, co se týče místa vzhledem k návěstidlu v poloze „Stůj“, je dáno skutečným účinkem brzd vzhledem k předpokládanému. Na druhé straně část AVV - cílové brzdění navádí vlak trvalou regulací účinku brzd na určité místo (50 m) před návěstidlem v poloze „Stůj“.

3.3.2. Obrázek č.4

Na obrázku č. 4 je znázorněno přibližování se vlaku k místu, odkud je dále povolena jízda sníženou rychlostí. Co se týká zabezpečovače s kontrolou rychlosti jsou zde opět znázorněny :

- Mez pro akustické případně optické varování strojvedoucího, že je nejzazší potřeba zahájit brzdění.
- Mez pro samočinné zavedení „provozního brzdění“.
- Průběh urgentního (rychločinného) brzdění v případě, že zabezpečovač s kontrolou rychlosti zjistí, že „provozní brzdění“ je nedostatečné.

Přitom vždy urgentní brzdění končí zastavením vlaku. „Provozní brzdění“ vždy citelným podkročením nové dovolené rychlosti (a časovou ztrátou) v důsledku toho, že lze odbrzdít, až když rychlost vlaku klesne na novou nižší dovolenou hodnotu a dále v důsledku toho, že železniční brzdy mají poměrně dlouhé odbrzdňovací doby. Oba průběhy ukončení brzdění příslušného zásahu zabezpečovače s kontrolou rychlosti jsou v obrázku znázorněny vpravo za svistou osou rychlosti, která zde prochází cílem.

Dále je v tomto obrázku zakreslen průběh brzdění „ideálního strojvedoucího“ nebo zařízení na úrovni ATO, v našem případě AVV, doplňujícího VZ-ČD. Je vidět, že brzdění „ideálního strojvedoucího“ a AVV (ATO) počítá s odbrzdňovací dobou a navádí vlak k místu, kde začíná snížená rychlost tak, aby tímto místem projížděl již patřičně sníženou konstantní rychlostí. Je také znázorněn průběh pro případ stávajícího návěstění a pro případ radiového přenosu návěstních znaků. Tento druhý případ je z časového hlediska výhodnější. Případ snížení rychlosti se samozřejmě netýká jen návěstidla (vjezdového, cestového, odjezdového). V případě trvalého snížení traťové rychlosti funkce zabezpečovače s kontrolou rychlosti je tatáž i se svými důsledky. AVV si bere o této situaci informace z popisu tratě - Route Map a průběh brzdění odpovídá naznačenému průběhu v obr.č. 4 jako pro případ radiového přenosu návěstních znaků. I pro „ideálního strojvedoucího“ bude muset být patrně zaveden další

rychlostník s předvěstníkem umístěným na *dvojnásobnou* zábrzdnu vzdálenost s údajem 120 km/h.

3.3.3. *Radiový přenos návěstních znaků*

Z obrázků č.3 i 4 je patrný přínos radiového přenosu návěstních znaků. Je dán tím, že lze radiem přenést návěstní znaky, které stávající zabezpečovač LVZ i v jeho novější verzi LS90 nepřenáší. Jsou to především návěsti „Očekávej 40“, „Očekávej 60“, „Očekávej 80“, „Očekávej 100“. Další jízda za kritické návěstidlo je povolena nejvýše rychlostí „60“, „80“, „100“ km/h. Dále je tento přínos dán tím, že lze informovat strojvedoucího (a AVV) o návěsti „Stůj“ kritického návěstidla už v situaci, kdy na opakovači na stanovišti strojvedoucího svítí ještě „zelené světlo,, - tedy volno, jízda maximální možnou rychlostí.

K přínosům radiového přenosu návěstních znaků uvedeným v komentářích k obrázkům č.3 a 4 přistupují ještě evidentní úspory energie potřebné pro trakci. Při radiovém přenosu návěstních znaků při jízdě k návěstidlu v poloze „Stůj“ je to dřívější přerušování trakce (výběh) a při jízdě k místu, odkud platí snížená rychlost, je to zase časová úspora, kterou lze využít k hospodárnějšímu způsobu jízdy vlaku. V případě zařízení AVV to umožňuje jeho část - optimalizátor jízdy vlaku.

Je evidentní, že radiový přenos návěstních znaků musí být adresný, že ten který radiogram je příslušný výlučně určitému oddílu tratě na jehož konci je návěstidlo, jehož návěstní znak se tímto radiogramem přenáší. To však znamená, že vlak, který tento radiogram smí přijmout a řídit se jím, musí znát adresu oddílu, ve kterém se nachází, a pro který tento radiogram platí. Pro zjištění této adresy slouží vlaku traťové informační body a popis tratě - Route Map. Tento přenos návěstních znaků umožňuje tzv. kabinovou signalizaci se všemi navazujícími důsledky i na těch kolejích, kde nelze zřídit kódování, případně na tratích bez automatického bloku a liniového přenosu návěstních znaků.

Zabezpečovač s kontrolou rychlosti pracující na bázi bodového přenosu informace z tratě na vozidlo nemůže u ČD existovat samostatně z důvodu absence tzv. pojistné-prokluzové vzdálenosti. Musí být doplněn buď liniovým přenosem návěstních znaků pomocí stávajícího VZ-ČD, nebo pomocí smyčky v koleji přiměřené délky, nebo pomocí radiového adresného přenosu.

4. *Zkušenosti z provozu*

Systém CRV&AVV (plně v mikroprocesorové verzi) je v běžném každodenním provozu na trati Praha Masarykovo n. - Kolín, na elektrické motorové jednotce (e.m.j.) 470.001/002 od roku 1993 a na e.m.j. 470.003/004 od roku 1994. Podle praktických zkušeností strojvedoucích je neocenitelným pomocníkem zejména při zhoršené viditelnosti, zvláště za mlhy apod. Způsob zobrazování funkce zařízení na displeji před strojvedoucím je výsledkem dlouhodobého ověřování a především respektování potřeb a názoru mnoha desítek strojvedoucích. O tom co, z jakých příčin a jak se zobrazuje na displeji (a ještě jinak sděluje) strojvedoucímu, by si zasloužilo napsat samostatné pojednání. Zde snad je potřebné vyzdvihnout alespoň to, že zařízení nevyžaduje, aby strojvedoucí podle údajů na tomto displeji vlak řídil, nýbrž slouží pouze k občasné kontrole funkce a stavu zařízení, což neodvádí strojvedoucího od sledování tratě. Jedině při eventuální poruše, výpadku či omezení funkce např. při ztrátě orientace systému na trati v důsledku absence důležitého traťového informačního bodu (především za kolejovým větvením) zařízení akusticky strojvedoucího upozorní a výrazný nápis (a změna celkového zobrazení) na displeji tuto situaci oznámí a

strojvedoucího vyzve k převzetí řízení. Pokud by strojvedoucí na tuto výzvu nereagoval, zařízení vlak samočinně zastaví. Zvláště se dbalo na to, aby v těchto případech bylo ze zobrazení na displeji výrazně a naprosto zřejmě patrné, že systém AVV je mimo svojí funkci (nevede automaticky vlak a cílově nebrzdí). Významnou skutečností je také to, že způsob zobrazování, sdělování a ovládání systému AVV tzv. Man machine interface je uživatelsky přístupný, nevyvolává u strojvedoucího pocit vyřazenosti z procesu řízení vlaku a tudíž snížení jeho pozornosti. Strojvedoucímu umožňuje systém AVV do své činnosti kdykoliv zasáhnout v bezpečnějším smyslu a jeho zásah respektuje až do souhlasu k jeho zrušení . Tedy strojvedoucí může ručně přibrzdit (či zabrzdít nebo i zastavit) či navolit rychlost nižší než systém nabízí. V každém případě pokyn (souhlas) k rozjezdu a k zvýšení rychlosti vlaku přísluší výlučně strojvedoucímu (u zvýšení rychlosti v hodnotové formě potvrzení).

Jak již jsme uvedli, vyšší systém řízení CRV&AVV se provozně u ČD využívá u elektrických jednotek (e.j.) řady 470, dále jsou jím vybaveny e.j. řady 471 a také mají být tímto systémem vybaveny třísystémové el.jednotky s naklápěcími skříněmi řady 680 pro koridorové tratě. Systém CRV&AVV je ve funkční úrovni CRV, tj. s automatickou regulací rychlosti použit u motorových a řídicích vozů řad 843 a 943 a v dřívější analogové verzi na dalších více než 450 vozidlech ČD (a ŽSR). ČD-GR, odb. techniky, odd. kolejových vozidel požaduje u nově konstruovaných vozidel jejich vybavení alespoň do úrovně CRV, tj. s automatickou regulací rychlosti jakožto základním režimem řízení vozidla.

5. Závěr

Systém a použité principy AVV (respektive CRV&AVV) vznikly a byly provozně ověřeny dlouhodobou péčí odvětví vozby (kolejových vozidel) bývalého Federálního ministerstva dopravy, Ústředního a nyní Generálního ředitelství ČD. Prvotním účelem tohoto systému včetně jeho komponentů bylo, *aby se těsným využíváním omezujících parametrů tratí a vozidel zlepšila efektivnost a atraktivnost jízdy vlaku*. Ukazuje se, že tento systém v nynější existující podobě jeho komponent tyto prvotní požadavky zcela splňuje a v řadě směrů předstihuje běžný standard i u nejvyspělejších železničních správ. Při realizaci tohoto zařízení, zejména části cílové brzdění, se přišlo na to, že použité principy a prostředky jsou obdobné principům a prostředkům moderních zabezpečovačů s kontrolou rychlosti. Systém AVV si nečinil nárok, jak z výše uvedeného vyplývá, být konkurentem moderních zabezpečovacích systémů, ale doplňkem realizujícím kromě jiných funkcí cílové brzdění, které je možno bez nadsázky nazvat „inteligentním provozním brzděním“. Při tom se záměrně předpokládalo, že ochranu proti poruše poskytne zabezpečovací zařízení buď stávající VZ-ČD, či některý z moderních zabezpečovačů s kontrolou rychlosti (ostatně i některé soudobé zahraniční předpoklady o systémech ATO tuto myšlenku podporují). Svého času se uvažovalo, že by to mohlo být zařízení Ericab 700 (které mělo být licenčně vyráběné v Bulharsku jako zabezpečovač RVHP typu „ALSK2“) a z toho důvodu bylo i zkoušeno na elektrické lokomotivě ř.363 na Železničním zkušebním okruhu VÚŽ v druhé polovině roku 1988. Již delší dobu se čeká na zabezpečovač s kontrolou rychlosti, vznikající v rámci projektu ETCS. Protože se nezdá, že by systém ETCS byl do zahájení provozu jednotek řady 680 (s naklápěcími skříněmi) na 1. koridoru k dispozici k provoznímu nasazení a využívání, realizuje se zařízení AVV (spolu s VZ-ČD LS90, v projektu této jednotky obsažené) s prvky s extrémní spolehlivostí a doplňuje se realizačními způsoby, které spolu maximálně zvyšují bezpečnost a mají výstupy přímo, tj. mimo vozidlovou datovou sběrnici, na rychločinné brzdění. Vlastní zařízení CRV&AVV na moderní e.m.j. ř. 471 a připravované pro e.m.j. s naklápěcími skříněmi ř.680 je v jejich řídicím počítači realizované na třech, resp. čtyřech funkčních a jedné zdrojové kartě polovičního evropského formátu.

Literatura

1. POSPÍŠIL, M. a ŠULA, B. Automatické řízení trakčních vozidel. *Sborník prací Výzkumného ústavu železničního*, 1974, sv.1, s.7-28.
2. KUBÍK, L. a ŠULA, B. Regulace rychlosti kolejových trakčních vozidel a její použití u motorových lokomotiv. *Elektrotechnický obzor*, 1980, č.8.
3. ŠULA, B. Einfluss der Fahrtechnik auf den Energieverbrauch eines Personenzuges. *Elektrische Bahnen*, 1990, no.4.
4. ŠULA, B. Cílové brzdění a automatické vedení vlaku u ČD. *Nová železniční technika*, 1996, č.2.
5. LIESKOVSKÝ, A. *Styk mikropočítačového řídicího systému moderních hnacích vozidel s technickým okolím a obsluhou: kandidátská disertační práce*. Žilina: VŠDS, 1995.
6. 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.
7. LIESKOVSKÝ, A., MYSLIVEC, I. a ŠULA, B. Moderní řídicí systémy hnacích vozidel Českých drah. *Automatizace*, 1996, č.8.
8. *Návod k obsluze a popis systému pro údržbu zařízení pro cílové brzdění lokomotivy č.163.034.*: interní materiál. Praha: ČD - VÚŽ, 1991.
9. *Návod k obsluze a popis systému pro údržbu zařízení pro elektrickou jednotku ř.470* : interní materiál. Praha: ČD - VÚŽ, 1993.
10. *Želsem 92*: sborník z konference. Loučeň: Želsem 1992.
11. *Želsem 94*: sborník z konference. Loučeň: Želsem 1994.
12. *Cílové brzdění*: sborník z konference. Praha: Želsem 1994.
13. *Elektro 95*: sborník z konference. Žilina: VŠDS 1995.
14. *TransCom*: sborník z konference. Žilina: VŠDS 1995.
15. *ProRail 95*: sborník z konference. Žilina: VŠDS 1995.
16. *Elektrické pohony*: sborník u konference. Plzeň: ZČU 1995.
17. *Pátý oborový den vědeckých a pedagogických pracovníků VŠ*: sborník z konference. Praha: ZČU 1995.

Praha, duben 1998

Lektoroval: Doc.ing.Ivan Konečný,CSc.
ČD-VÚŽ, vedoucí oblasti O7