

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Systemy AVV a CRV – efektivnost užití a návrh dalšího rozšíření

Stanislav Solánský

Bakalářská práce
2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Stanislav SOLÁNSKÝ**

Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**

Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy-Technologie a řízení dopravních systémů**

Název tématu: **Systémy AVV a CRV - efektivnost užití a návrh dalšího rozšíření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Systém AVV a CRV
2. Uplatnění AVV a CRV v ČR
3. Návrh rozšíření AVV a CRV

Závěr

Rozsah grafických prací: 2-5
Rozsah pracovní zprávy: v
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná


Seznam odborné literatury:

- (1) MYSLIVEC, Ivo - ŠPAČEK, Pavel - ŠULA, Božetěch. Automatické vedení vlaku AVV. Vědeckotechnický sborník ČD. 1995, číslo 5, s. 29 - 38.
- (2) LIESKOVSKÝ, Aleš - MYSLIVEC, Ivo - ŠPAČEK, Pavel. ETCS a AVV - spolupráce, nikoliv konkurence. Vědeckotechnický sborník ČD. 2001, číslo 21, s. 1 - 6.
- (3) LIESKOVSKÝ, Aleš - MYSLIVEC, Ivo. Automatické vedení vlaku [online]. c1998, poslední revize 23. 11. 2005 [cit. 2008-11-25]. Dostupné z: <<http://www.volny.cz/avvcd/>>.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Zeman
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: 31. prosince 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: 25. května 2009


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. ledna 2009

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 1. 6. 2009



ANOTACE

System centrálního regulátoru vozidla a automatického vedení vlaku (CRV&AVV) byl vyvinut za účelem automatizace pohybu železničního vozidla. Jeho úkolem je také energetická optimalizace jízdy vlaku. Práce si klade za cíl popsat a zhodnotit současné využití a hospodárnost provozu tohoto systému a navrhnout optimální variantu jeho rozšíření při zachování ekonomické efektivity.

KLÍČOVÁ SLOVA

automatické vedení vlaku, centrální regulátor vozidla, optimalizace, energie

TITLE

AVV and CRV Systems – Efficiency and Concept of Expansion

ANNOTATION

System consists of Automatic train operation and Central regulator of vehicle (CRV&AVV) was developed for automatization of vehicle driving. Next system goal is an energy optimization of train moving. This labour evaluates current usage of system and efficiency of its operation and proposes an optimal variant of its expansion with keeping economical efficiency.

KEYWORDS

automatic train operation, central regulator of vehicle, optimization, energy

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 SYSTÉM CRV&AVV	10
1.1 Historický vývoj systému	10
1.1.1 Vývoj regulátoru rychlosti.....	10
1.1.2 Vývoj regulátoru cílového brzdění a optimalizátoru.....	11
1.1.3 Vývoj pro soupravy metra	13
1.2 Struktura systému CRV&AVV	13
1.2.1 Mobilní část systému	14
1.2.2 Datová část	15
1.2.3 Traťová část	17
1.3 Režimy jízdy a funkce systému CRV&AVV	19
1.4 Vztah CRV&AVV a vlakových zabezpečovačů	20
1.4.1 Spolupráce CRV&AVV a českého vlakového zabezpečovače.....	20
1.4.2 Vztah CRV&AVV a evropského zabezpečovače ETCS.....	21
2 UPLATNĚNÍ CRV&AVV V ČR.....	23
2.1 Vybavená vozidla.....	23
2.1.1 Elektrická motorová jednotka řady 471	23
2.1.2 Elektrická vícesystémová lokomotiva řady 380.....	24
2.2 Vybavené tratě.....	25
2.2.1 Praha – Česká Třebová	26
2.2.2 Česká Třebová – Přerov	27
2.2.3 Přerov – Petrovice u Karviné.....	27
2.2.4 Praha – Děčín	27
2.2.5 Ostrava Svinov – Opava východ	27
2.3 Dosažené výsledky.....	28
2.4 Ekonomická efektivnost systému	28
2.5 Zkušenosti strojvedoucích	29
3 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ CRV&AVV	31
3.1 Vybavování vozidel.....	31
3.1.1 Elektrická motorová jednotka řady 471	31
3.1.2 Elektrická vícesystémová lokomotiva řady 380.....	32

3.1.3	Naklápečí jednotka řady 680	32
3.1.4	Ostatní vozidla	32
3.2	Vybavování tratí	32
3.2.1	Praha – Nymburk	33
3.2.2	Praha – Děčín	33
3.2.3	Praha – Beroun	33
3.2.4	Praha – Benešov u Prahy	33
3.2.5	Pardubice – Brno	34
3.2.6	Ostravsko	34
3.2.7	Další tratě	34
3.3	Rádiový přenos návěstních znaků	35
3.4	Motivace dopravců	35
3.5	Optimalizace jízdních řádů	36
3.6	Přechod na traťovou část patřící ETCS	37
	ZÁVĚR	38
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ	41
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	42
	SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

Moderní a ekologická železniční doprava potřebuje pro svůj chod obrovské množství elektrické energie. Při zvyšujícím se trendu spotřeby elektrické energie jí v současném světě není nazbyt, proto je jí nutno využívat účelně a smysluplně. Růst ceny elektřiny nutí šetřit nejen domácnosti a menší podniky, ale i velké podniky by v prostředí českého, resp. evropského konkurenčního trhu měly začít hledat řešení a východiska vedoucí k úsporám nákladů např. prostřednictvím úspor energie.

Dalším velmi přísně sledovaným kritériem úspěšnosti dopravy a jejich produktů je bezpečnost. Doprava na železnici se stabilně řadí k druhům doprav s relativně nízkým počtem osob zraněných, nebo usmrcených vlivem provozu na železnici. Dalo by se ale říct, že bezpečnosti není nikdy dost a každý další prvek, který v synergickém efektu zvýší celkovou bezpečnost systému, je vítán.

Systém CRV&AVV sdružuje oba výše jmenované prvky a vnáší je do prostředí železniční dopravy v České republice. Náplní této práce je přehledné zpracování vývoje součástí systému, popisu jeho jednotlivých částí včetně funkčního provedení, zmapování rozšíření systému a posouzení jeho přínosnosti. V poslední části se pokusím nastínit možnosti pokračování vývoje a příp. dalšího rozšiřování vybavování vozidel a tratí tímto systémem.

1 SYSTÉM CRV&AVV

Systém CRV&AVV skládající se ze subsystému *Automatické vedení vlaku* (AVV) a *Centrální regulátor vozidla* (CRV) byl vyvíjen od poloviny 60. let minulého století za účelem automatizace řízení kolejových vozidel v podmínkách ČSD (1). Zařízení je ve své plné konfiguraci schopno optimalizovat a automatizovat jízdu vlaku s důrazem na minimalizaci spotřeby trakční energie při zachování plánované jízdní doby. Systém CRV&AVV v žádném případě není zabezpečovacím systémem, ač se tak na první pohled může zdát. U ČD je tento systém navázán na liniový vlakový zabezpečovač (2).

1.1 Historický vývoj systému

Iniciátorem vývoje systému CRV&AVV byly tehdejší ČSD prostřednictvím organizace Výzkumný ústav dopravní spadající pod Federální ministerstvo dopravy. Od roku 1995 přešel vývoj tohoto systému včetně vývojářů pod AŽD Praha, kde se v něm pokračuje dodnes (3).

1.1.1 Vývoj regulátoru rychlosti

Historie vývoje systému CRV&AVV se začala psát počátkem roku 1965, kdy byl na motorový vůz M 286.001 dosazen výzkumný vzorek regulátoru rychlosti a tahu, jakožto základní prvek automatizačního systému. Na lokomotivě T 444.0204 se v letech 1966 až 1967 ověřovalo chování regulátoru při větších zátěžích, a to i v kombinaci s elektropneumatickou přídatnou brzdou. V roce 1968 byly dva funkční vzorky dosazeny na motorové vozy M 286.011 a M 286.016. Regulátor na druhém jmenovaném již dokázal ovládat funkční vzorek elektricky řízeného brzdiče DAKO BSE. Proběhly také zkoušky násobného řízení pomocí radiopojítek. Na motorovém vozu M 296.2022 byl roku 1969 testován funkční vzorek regulátoru pro vývoj prototypů první generace. Prototypy doplněné o regulátor tahu byly instalovány na motorových vozech M 296.1008 a 009. Regulátor rychlosti první generace byl sériově nasazen na motorových vozech řady M 296.1 v roce 1972 v počtu 35 kusů.

V roce 1974 byly na lokomotivách ES 499.001 a 002 zkoušeny prototypy regulátorů rychlosti druhé generace. Ověřovací série této generace byla dva roky poté použita na lokomotivách T 499.0001 a 002, T 478.4 a motorových vozech EM 475.1053/054. Sériově byla regulátory rychlosti druhé generace vybavována vozidla řad E 499.2 a M 475.0 v roce 1978 a dieselelektrické lokomotivy řady T 478.4 v roce 1979. Tyto už ovšem bez regulátoru

tahu, neboť vozidla s hlavním řídicím signálem *poměrný tah* nepotřebovala vytvářet rozhraní mezi regulátorem rychlosti a řídicími obvody. Regulátory rychlosti druhé generace byly dále vybaveny lokomotivy E 457.0001, T 457.0001 a 002, S 458.0001 a S 499.0256. (4)

V roce 1981 byly funkčním vzorkem regulátoru rychlosti třetí generace vybaveny lokomotivy ES 499.1001 a 002. Po ověření prototypů v roce 1983 na lokomotivách S 499.2001 a 002 začaly být v letech 1984 a 1985 těmito regulátory sériově vybavovány lokomotivy řady ES 499.1 a E 499.3. Lokomotivy nesoucí nové značení (platné od 1. 1. 1988) řad 162, 163, 263 a 363 byly regulátory osazovány již při výrobě. Celkově bylo takto vybavených lokomotiv přes 300.

První číslicové regulátory rychlosti vznikly v letech 1992 a 1993. Šlo již o čtvrtou generaci regulátorů rychlosti. Byly jimi vybaveny jednotky řady 470. Regulátor rychlosti založený na procesoru Intel 8088 byl součástí software centrálního regulátoru vozidla.

V roce 1995 vznikl regulátor rychlosti určený pro motorové vozy řady 843. Byl opět součástí centrálního regulátoru vozidla a jeho jádrem byl procesor Siemens 80C166. O rok později byly na motorovém vozu řady 843 prováděny zkoušky násobného řízení. V tomto roce taktéž vznikl číslicový regulátor pro elektrické jednotky řady 471 vybavený procesorem Motorola 68360.

Do dnešních dnů je regulátorem rychlosti vybaveno přes 750 vozidel (5) jak dieselové, tak elektrické trakce.

1.1.2 Vývoj regulátoru cílového brzdění a optimalizátoru

V roce 1968 se na traťovém úseku České Velenice – České Budějovice odehrály první pokusy s regulátorem cílového brzdění instalovaným na motorovém vozu M 286.011. Odměrování dráhy se spouštělo ručně. Její měření probíhalo integrací analogové hodnoty okamžité rychlosti. Ještě v témže roce na ŽZO Cerhenice proběhly zkoušky s impulsním čidlem otáček náprav. Odměrování dráhy probíhalo samočinně pomocí permanentních magnetů a magnetických spínačů. V roce 1970 proběhla montáž a zkoušky funkčního vzorku cílového brzdění na motorovém vozu M 296.2022 na trati České Velenice – České Budějovice. Již po dvou letech došlo k pravidelnému provozu cílového brzdění na motorovém vozu M 296.2022 nasazeném na rychlíku později pojmenovaném Bezdrev. Na tomto vozu v čele osobních vlaků na trati České Velenice – České Budějovice probíhaly také zkoušky optimalizátoru (později nazván regulátor jízdní doby), které prokázaly vysokou přesnost

dojezdů do zastávek a také výraznou úsporu nafty. Program byl uložen na děrovaném kinofilmu a byl čtený elektromechanickou čtečkou.

V roce 1975 se cílové brzdění a optimalizátor testovaly na elektrické jednotce EM 475.1053 a 054 na ŽZO Cerhenice. Program byl tentokrát uložen na papírové pásce a byl čten fotoelektrickou čtečkou. Další zkoušky cílového brzdění a optimalizátoru proběhly v roce 1981 na elektrické lokomotivě S 499.0256 na trati Plzeň – Horažďovice předměstí, a to za účelem prokázání ekonomické efektivnosti tohoto zařízení. S toutéž lokomotivou se v roce 1984 cílové brzdění a optimalizátor testovaly také na trati Mariánské Lázně – Cheb. Trať byla vybavena adresnými informačními body složenými z permanentních magnetů, které umožňovaly samočinnou orientaci. Popis tratě byl uložen v elektronické paměti.

V létě roku 1991 byl na lokomotivu 162 034 dosazen číslicový regulátor cílového brzdění (procesor Zilog Z80) jako součást řídicího mikroprocesorového systému Mesit MS 80. Na podzim téhož roku byl regulátor cílového brzdění pravidelně provozován na vlacích č. 5000 a 5011 v úseku Praha Masarykovo nádraží – Kolín. V dubnu následujícího roku byl systém MS 80 na této lokomotivě rozšířen o optimalizátor postavený na procesoru Intel 8088.

Začátkem roku 1993 byla systémem na bázi MS 80 vybavena elektrická jednotka 470 001 a 002. Systém zahrnoval centrální řídicí člen, regulátor rychlosti, regulátor cílového brzdění a optimalizátor. V květnu 1994 byl systém zaveden také u druhé jednotky čísel 003 a 004 této řady. V červenci 1998 byl v žst. Praha Libeň do provozu uveden datový rádiový kanál umožňující rádiový přenos návěstních znaků na vozidlo. Tento využívala jednotka 470 001 a 002. Rádiový přenos umožňoval přenášet návěstní znak čtyř oddílů před vozidlem, čímž se dala lépe využít funkce optimalizátoru jízdy.

V roce 1997 se cílové brzdění stalo součástí řídicího systému elektrických jednotek řady 471. Jako komunikační rozhraní se strojvedoucím byl zaveden monochromatický plasmový dotykový display. V květnu 1998 bylo cílové brzdění těchto jednotek testováno na traťovém úseku Praha – Kolín.

K současným projektům patří vývoj a testování optimalizátoru určeného pro zřídka zastavující vlaky. S jeho aplikací se počítá u nových elektrických lokomotiv Škoda 109E, u ČD označených řadou 380.

1.1.3 Vývoj pro soupravy metra

Regulace cílového brzdění jako samostatný produkt našla uplatnění také v metru. Na vozech řady Ečs nasazených na lince C pražského metra bylo instalováno kompletní automatické řízení, doplněné také o ovládání dveří, rozhlasu a další funkce. Optimalizátor nebyl dosazen z důvodu avizovaného vlastního vývoje DPHMP. První zkoušky lze datovat do roku 1977. Od roku 1979 bylo cílové brzdění pravidelně provozováno na soupravě řady Ečs vedené vozy 1009 a 1014. Od roku 1982 bylo zařízení ACB – M dosazováno sériově. V roce 1985 začaly zkoušky se zařízením ACB – M2 určeným pro vozy metra řady 81-71. Po čtyřech letech byl zahájen zkušební provoz s čelními vozy 2157 a 2159.

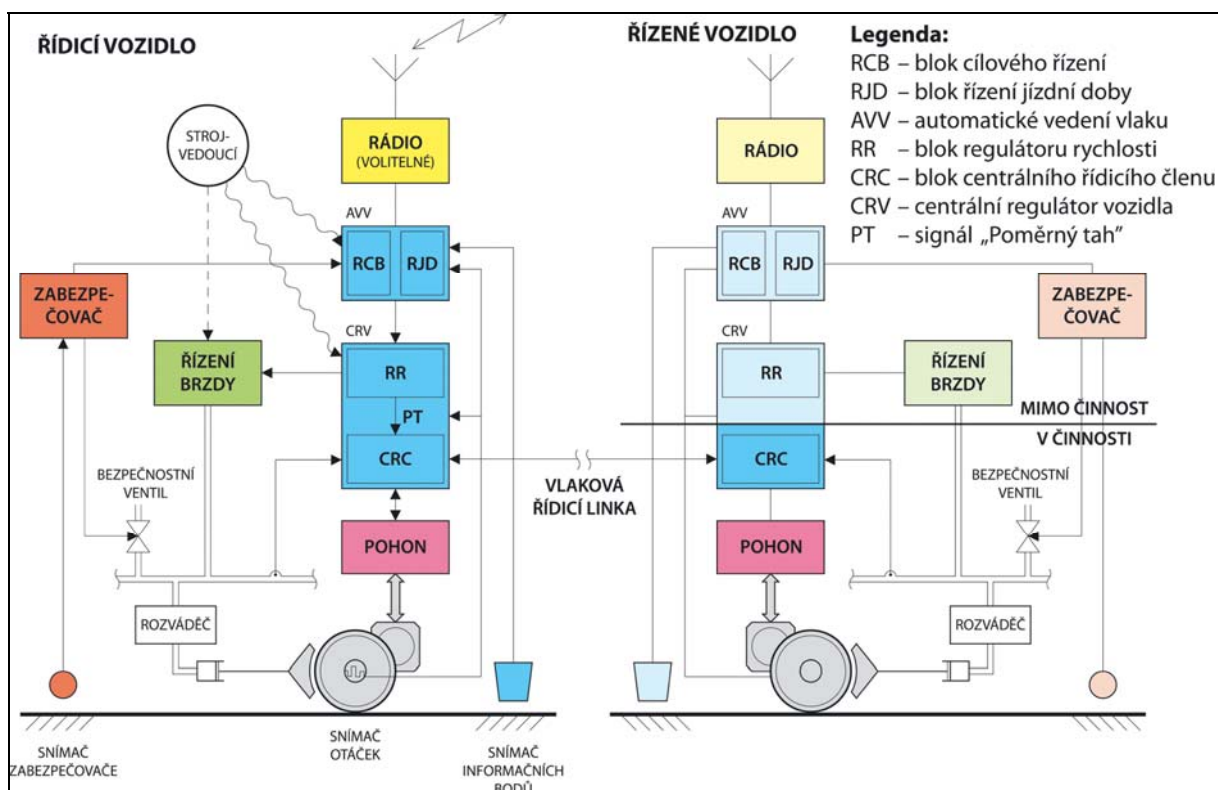
V současnosti je systémem zahrnující regulátor rychlosti, automatické cílové brzdění třetí generace a optimalizátor jízdy vybaveno 50 modernizovaných vozidel 81-71M provozovaných na trase A pražského metra. (6)

1.2 Struktura systému CRV&AVV

Součástí kompletního vyššího systému řízení jízdy můžeme dělit na mobilní část, datovou část a část traťovou. Mobilní část je tvořena řídicím počítačem, snímači informačních bodů, klávesnicí a displejem na stanovišti strojvedoucího. Datovou částí se rozumí popis parametrů tratí (tzv. route map) a data jízdních řádů vlaků. Data jsou uložena v paměťovém poli řídicího počítače. Traťovou část tvoří magnetické informační body umístěné v kolejišti. Celý řídicí systém je vázán na zabezpečovací systém, systém pohonu, řízení brzd a může být navázán i na další zařízení. Systém pomocí vlakové řídicí linky komunikuje s prakticky neomezeným počtem dalších vozidel řazených ve vlaku (2).

1.2.1 Mobilní část systému

Prvky mobilní části systému CRV&AVV jsou schematicky znázorněny na obrázku 1.



Obrázek 1: Schéma systému CRV&AVV

Zdroj: (7)

Centrální regulátor vozidla

Základním stavebním prvkem automatického řízení a automatické regulace rychlosti je centrální regulátor vozidla (CRV). Program této části zabírá v paměti jen několik kilobytů (4). CRV se skládá z bloku regulátoru rychlosti (RR) a centrálního řídicího členu (CRC), pokud se jedná o vedoucí vozidlo vlaku (i pokud nemá vlastní pohon), nebo místního řídicího členu, který je přítomen na všech hnacích vozidlech zapojených na vlakové řídicí lince.

CRV prostřednictvím CRC zajišťuje řízení jednoho nebo i více hnacích vozidel. K řízení vozidel se používá signál *poměrný tah* (PT), což umožňuje použití více i různých typů hnacích vozidel, neboť díky relativnímu požadavku na tažnou (brzdnou) sílu nemůže dojít k vyššímu požadavku, než je vozidlo schopno vyvinout. CRV je rovněž zodpovědný za spolupráci s brzdovými systémy vozidla, která se děje prostřednictvím RR. Přednostně se využívá dynamická brzda, pokud ji vozidlo má. CRV je zodpovědný za součinnost obou druhů brzdových systémů. Ovládá je takovým způsobem, aby přechod mezi druhem brzdy nebyl znatelný. Vozidlo je CRV řízeno tak, aby v režimu automatické regulace rychlosti

na zvolenou rychlost vozidlo v co nejkratším čase navedlo a poté ji udržovalo, nebo jen dodržovalo nepřekročení rychlosti při výběhu (jízda bez výkonu). Požadovaná rychlost může být zadávána přímo strojvedoucím prostřednictvím klávesnice, nebo regulátorem cílového brzdění (pokud je na vozidle přítomen). CRV umožňuje pozdržení volby vyšší rychlosti o zadanou délku vlaku. Tento člen řízení je nezávislý na poloze vlaku a není tudíž závislý na traťové části systému.

Automatické vedení vlaku

Vyšším stupněm automatického řízení je automatické vedení vlaku (AVV). Zařízení je opět složeno ze dvou bloků a to bloku regulace cílového brzdění (RCB) a bloku regulace jízdní doby (RJD). Programová část obou součástí zabírá místo v řádech kilobytů. RCB má za úkol optimalizovat jízdu tak, aby konec změny rychlosti nastal právě v místě požadavku na změněnou rychlost. Využívá se jej např. při dobrzdění k nástupišti (čelem, středem, nebo koncem soupravy), nebo k začátku pomalé rychlosti. Blok RJD optimalizuje jízdu takovým způsobem, aby cíle bylo, pokud možno, dosaženo právě v požadovaném čase. Pokud to čas dovolí, volí RJD pomocí výběhu takovou strategii jízdy, aby bylo uspořeno co nejvíce trakční energie.

K dispozici jsou v současnosti dvě verze optimalizátoru. Jde o verzi pro často zastavující vlaky, kterou disponují jednotky řady 471 a dále o variantu pro zřídka zastavující vlaky, která je přichystána pro nové elektrické lokomotivy řady 380. AVV může být v činnosti pouze na vedoucím hnacím vozidle a na rozdíl od regulátoru rychlosti je závislé na infrastruktuře vybavené traťovou částí AVV, tj. magnetickými informačními body. Komunikace s traťovou částí probíhá pomocí dvojice snímačů informačních bodů, které jsou umístěny ve spodní části vozidla asi 20 cm nad magnetickým informačním bodem.

Informace z těchto systémů jsou zobrazeny na společném displeji. Pokyny pro práci systému se zadávají prostřednictvím vlastní klávesnice, dotykového displeje, nebo pomocí sdružené řídicí páky (2).

1.2.2 Datová část

Fyzicky je datová část tvořena paměťovými moduly EPROM, popř. EEPROM umístěnými v bloku řídicího počítače (4). V těchto pamětech jsou jednak data sloužící k popisu tratě (route map) a také data jízdních řádů vlaků. Samotný program na obsluhu

stanoviště zabírá několik kilobytů. Data jsou do vozidel nahrávána v pravidelných intervalech. V případě potřeby je však možné je kdykoliv aktualizovat. Pro automatizované pořizování dat je k dispozici překladač dat z textových souborů. Překladač podporuje také taktový jízdní řád, což značně ulehčuje tvorbu dat pro příměstské vlaky. Celistvost a konzistence přenášených dat je dostatečně kontrolována instalovaným mechanismem, takže distribuci dat na vozidla může zajišťovat i pracoviště s nižšími kvalifikačními nároky pracovníků.

Route map

Route map obsahuje data popisující parametry a poměry na tratích využívajících systém CRV&AVV. Jde o sklonové a rychlostní poměry na trati, umístění návěstidel a magnetických informačních bodů a samozřejmě také polohy nástupišť jednotlivých stanic a zastávek. Pro soupravy umožňující nucené naklápění skříně vozidel mohou být do route map zaneseny také informace o místech a úhlu naklopení. Popis tratě se obvykle zpracovává současně s projektem osazení traťového úseku informačními body. Velikost takto popsané tratě zabírá v paměti místo v řádu kilobytů (např. obousměrný popis dvou kolejí traťového úseku Praha – Kolín zabírá místo asi 4 kB), takže pro popis tratí celé ČR doplněný o data jízdních řádů vlaků připadajících v úvahu je zapotřebí pouze paměť umístěná na procesorové desce řídicího počítače. Vzhledem k relativně pomalému rozšiřování traťové části systému není nutná automatizace vytváření popisu tratí. Během provozu je route map možno aktualizovat. Může to být potřeba při rekonstrukci tratě např. při změně rychlostních poměrů na trati, při změně polohy informačních bodů nebo návěstidel.

Data jízdních řádů

Data jízdních řádů mohou sdílet buď paměť společnou s daty route map, nebo mohou být uložena separátně ve vlastní paměti. Tohoto může být využito pro udělení různých přístupových práv pro každou část dat. Paměť vyhrazená pro data jízdních řádů obsahuje informace o trasách jednotlivých vlaků, o jejich stanovených rychlostech a také informace o zastavování vlaků ve stanicích a zastávkách, resp. pravidelných příjezdech, odjezdech, nebo průjezdech jednotlivými dopravními body (6). Tato data jsou podkladem pro rozhodování o strategii navádění vlaku na požadované místo v požadovaném čase.

1.2.3 Traťová část

Traťová část systému CRV&AVV je tvořena magnetickými informačními body (IB). V současnosti je celá síť vybavena IB typu MIB-6 (obr. 2) se zabezpečeným kódováním, které v letech 1996 až 1998 nahradily starší typy IB. Informaci z nich je schopno číst vozidlo vybavené systémem CRV&AVV pomocí dvojice jednoduchých snímačů (obr. 3).



Obrázek 2: Magnetický informační bod MIB-6

Zdroj: (autor)



Obrázek 3: Dvojice snímačů informací z bodů MIB-6

Zdroj: (autor)

Bod MIB-6 je tvořen dvěma asi 6 m dlouhými dřevěnými nebo nově plastovými trámy, umístěnými podélně mezi kolejnicemi. Z důvodu snížení rizika odtržení trámů od pražcového podkladu jsou tyto na obou koncích zkosené. Každý bod je označen štítkem s jeho identifikací. Konstrukce MIB-6 umožňuje strojní podbíjení a měla by být schopna odolat i zapomenutému nezavěšenému oku spřáhla vozidla. V obou trámčích se dohromady

nachází dvanáct otvorů, ve kterých je umístěno vždy celkem osm permanentních magnetů BR 02 (8). Trámky jsou v kolejišti uloženy vedle sebe tak, aby odpovídající si dvojice děr obou trámek ležela v jedné kilometrické poloze. Vznikne tak šest dvojic děr, tzv. řad. Dvě řady jsou vždy plně obsazeny celkem čtyřmi magnety, zbývající řady obsahují právě po jednom magnetu. Body MIB-6 jsou bezúdržbové.

Kvůli zajištění bezpečnosti přenášené informace je žádoucí, aby se kódy jednotlivých MIB-6 od sebe co nejvíce lišily. Míra rozlišnosti se pro přenos binárních zpráv označuje jako Hammingův odstup a vyjadřuje počet bitů, ve kterých se jednotlivé informace liší. Použitý systém kódování poskytuje zabezpečení na úrovni $H = 8$. Tento odstup vyhovuje požadavku zabezpečení pro přenos informací ve sdělovací a zabezpečovací technice. Už jen použitím konstantního počtu magnetů v MIB-6 se dosáhne odstupu $H = 2$. Odstup je dále zvýšen použitím route map, kdy je v mapě vytvořena závislost mezi body, takže při přečtení MIB-6 s jinou než očekávanou informací je chyba detekována ihned (4). Body jsou rozděleny do tříd, přičemž IB za zhlavím stanic musí být ze stejné třídy.

Polohou magnetů a jejich polaritou je možno vytvořit celkem 30624 různých variant kódovaných informací, které jsou jednoznačně identifikovatelné. Pro železniční síť České republiky je tento počet při dodržení zásad o umístování dostatečný. Vyřazeny musely být symetrické kódy a vždy jedna z variant kódu čitelná při různých směrech čtení stejně. Výhodou konstrukce bodu je snadné vytvoření jakékoliv varianty informace bodu pouhým přemístěním jednotlivých magnetů.

Magnetické informační body MIB-6 slouží k určení pozice vozidla vybaveného mobilní částí systému CRV&AVV na trati a také směru, ve kterém se vozidlo vzhledem k IB pohybuje. MIB-6 poskytují pouze neproměnnou informaci. Další informace systém zjistí z route map a to na libovolnou vzdálenost před sebou. Při jízdě v přímém směru (traťová kolej, nebo hlavní staniční kolej) je očekáván vždy jediný MIB-6. Proti nepřečtení takového bodu je systém odolný. Pokud dojde k větvení jízdní cesty (obvykle staniční zhlaví), je očekávaných MIB-6 několik. Skutečnou variantu pokračování jízdní cesty nutno upřesnit použitím dalšího MIB-6, jinak se předpokládá pokračování ve směru hlavní koleje (při respektování návěstěné rychlosti). Z této podmínky vyplývá, že informační body je nutno umísťovat především za každým zhlavím směrem ke stanici, v případě více kolejné trati také za zhlavím na každé traťové koleji. U této skupiny bodů je snaha o co největší kódovou rozdílnost a dosažení ještě vyššího Hammingova odstupů, aby byla pravděpodobnost chyby

ještě nižší. Při nepřechení bodu zhlaví je strojvedoucí vyzván k přechodu do automatického režimu. Pokud tak strojvedoucí neučiní, zavede systém provozní brzdění.

Na straně zhlaví směrem do stanice se MIB-6 umisťují v blízkosti izolovaných styků odjezdových návěstidel, aby se jejich soustředěním na jedno místo zjednodušila údržba bodů. Na straně trati se MIB-6 umisťují minimálně 50 m za krajní výhybkou, aby nedošlo k ovlivňování s magnety sloužícími k označení definičního úseku tratě. Ve stanicích se jimi vybavuje obvykle 4 až 5 dopravních kolejí, u kterých se předpokládá pojíždění osobními vlaky (4). Na širé trati se MIB-6 do kolejiště umisťují v zásadě z důvodu zpřesňování polohy vlaku, obvykle na vzdálenost dvou traťových oddílů, maximálně ale na asi 3 km (8) z důvodu zachování přijatelné odchylky měření vzdálenosti.

IB umístěné v trati mohou mít i další využití. Lze je použít také pro synchronizaci záznamu rychloměru se skutečností, k orientaci měřících vozů traťového svršku a trakčního vedení, k ochraně vícesystémových vozidel na rozhraní napájecích soustav (jako je tomu např. v žst. Kutná Hora hl. n.), nebo pro identifikaci návěstidel podporujících adresný rádiový přenos návěstních znaků (2).

1.3 Režimy jízdy a funkce systému CRV&AVV

Pokud je na vozidle přítomen pouze CRV, řízení vlaku může probíhat v *ručním* režimu, kdy strojvedoucí ovládá jak trakční, tak brzdové systémy vlaku signálem PT pomocí sdružené jízdni páky. Druhým režimem použitelným s instalovaným CRV je *automatický* režim (režim ARR), při jehož aktivaci systém navede vozidlo na strojvedoucím navolenou hodnotu rychlosti a udržuje ji, a to opět s využitím trakčních i brzdových systémů.

System CRV&AVV ve své plné konfiguraci umí vlak řídit navíc v režimu *cílové brzdění*, kdy je vlak, kromě předchozích funkcí, také naváděn na určitou rychlost tak, aby dodržel traťovou rychlost pro daný úsek a nepřekračoval stanovenou rychlost vlaku. Tímto způsobem vlak samočinně dobrzdí k nástupišťům, hlavním návěstidlům nebo začátkům míst s omezenou rychlostí. Vzhledem k tomu, že systém zná parametry tratí a vozidla a požadovaná rychlost je volena z paměti systému, nemůže dojít k chybnému požadavku strojvedoucího na vyšší než požadovanou rychlost. Při požadavku na zvýšení rychlosti po průjezdu úseku se sníženou rychlostí systém automaticky odměří délku soupravy a až když poslední vozidlo opustí úsek se sníženou rychlostí, začne systém rychlost zvyšovat.

Vrcholným stupněm řízení pomocí CRV&AVV je jízda v režimu *regulace jízdní doby* (OJV). V tomto režimu na sebe systém kromě předchozích funkcí bere také úlohu tvorby jízdní strategie, kdy časově a energeticky optimalizuje jízdu vlaku. Děje se tak zařazováním výběhu, čímž se dosáhne příjezdu do následující zastávky nebo stanice právě včas a s minimem spotřebované energie. Pokud je to energeticky výhodné a časově realizovatelné, umožňuje systém omezit maximální dosaženou rychlost v daném úseku na nižší než traťovou. Pro brzdění se přednostně používá dynamická brzda (pokud ji vozidlo má), čímž se šetří brzdové kotouče a jejich obložení.

Rekuperace elektrické energie není na síti SŽDC v běžném provozu zatím povolena. Pokud by povolena byla a ve stejném napájecím úseku tratě by se nacházelo další vozidlo elektrické trakce, bylo by schopno využít až 95 % rekuperované energie.

Strojvedoucí má možnost manuálně spustit cílové brzdění k úsekům se zavedenou přechodnou pomalou jízdou. V tomto režimu se minimalizuje zásah strojvedoucího do systému na udělení pokynu k odjezdu. Kvůli bezpečnosti musí ale strojvedoucí potvrzovat také každou volbu zvýšené rychlosti.

I když jízda v nejvyšším režimu systému CRV&AVV je v podstatě automatická a nedovolí strojvedoucímu provést chybné zadání požadavku, např. navolení vyšší rychlosti než je dovolená, nebo projetí zastávky, kde se pravidelně zastavuje, nese strojvedoucí plnou odpovědnost za průběh jízdy. Systém mu pouze usnadňuje řízení vozidla a tím dovoluje více se věnovat sledování dění na trati a dalším činnostem, jako např. otevírání dveří v zastávkách a stanicích, ovládání sběrače apod.

1.4 Vztah CRV&AVV a vlakových zabezpečovačů

Systém CRV&AVV svou povahou není a nemůže být zabezpečovacím zařízením. Doplnění funkcí obou zařízení je ale velmi výhodné, takže systém CRV&AVV je s vlakovým zabezpečovačem propojen.

1.4.1 Spolupráce CRV&AVV a českého vlakového zabezpečovače

V České republice je systém CRV&AVV svou částí AVV navázán na vlakový zabezpečovač (VZ) liniového typu, resp. jeho mobilní část. Systém CRV&AVV je VZ podřízen, takže nezasahuje do jeho činnosti a ani jej jinak neovlivňuje. VZ ale na kódované trati systému CRV&AVV poskytuje data o návěstním znaku blížícího se hlavního návěstidla.

Nejnovější verze VZ typu LS90 má pro AVV již přímo vytvořené výstupy. U starších verzí bylo pro tento účel nutno vytvořit komunikační rozhraní. Počet návěstních znaků kódovaných českým VZ je omezený na čtyři, přičemž lze návěstit více než 40 různých znaků. Strojvedoucí má možnost reálný znak upřesnit pomocí klávesnice, jinak systém jedná jako v případě výskytu nejzávažnějšího znaku z nich (např. při návěsti „Očekávejte rychlost 100 km/h“ se systém zachová, jako při návěsti „Výstraha“). Dalším řešením je rádiový přenos návěstních znaků.

CRV&AVV funguje paralelně s VZ a jeho funkci doplňuje. VZ se stará o zabezpečení jízdy vlaku ve smyslu hlídání bdělosti strojvedoucího, informování strojvedoucího o provozu na trati před vlakem a dále o případný nouzový zásah do řízení vlaku při nerespektování návěstních znaků nebo nečinnosti strojvedoucího. CRV&AVV se naproti tomu stará o předcházení stavům vyžadujícím zásah VZ tak, že žádoucím způsobem samočinně řídí vlakovou soupravu a tím usnadňuje práci strojvedoucímu. Oba systémy se tedy působností vzájemně nepřekrývají, ale doplňují.

1.4.2 Vztah CRV&AVV a evropského zabezpečovače ETCS

Evropský vlakový zabezpečovač (ETCS) je koncipován jako zabezpečovač s úplnou kontrolou rychlosti. To znamená, že v každém časovém okamžiku je kontrolováno, zda nebyla překročena maximální dovolená rychlost. Při jejím překročení, ale nepřekročení *ještě dovolené rychlosti* (taková rychlost, při které je ještě reálné dobrzdění k návěstidlu zakazující jízdu, nebo patřičné snížení rychlosti před začátkem úseku se sníženou rychlostí s využitím provozního brzdění) je strojvedoucí na tuto skutečnost opticky nebo akusticky upozorněn. Pokud je překročena i tato rychlost, zabezpečovač začne brzdit předem stanoveným provozním účinkem brzd. Pokud shledá tento účinek jako nedostatečný (hrozilo by např. projetí návěstidla s návěstí stůj nebo nedodržení snížené rychlosti) je zavedeno rychločinné brzdění s použitím maximálního účinku všech dostupných brzdových systémů vlaku, a to až do úplného zastavení vlaku.

Zařízení CRV&AVV zde může být podobně jako v případě českého VZ nápomocno při předcházení stavu vyžadujícím zásah ETCS tím, že samo řídí rychlost vlaku a dohlíží na její nepřekračování. Na rozdíl od ETCS systém CRV&AVV (resp. jeho část RCB) při zastavování trvale reguluje provozní účinek brzd a cíleně tak navádí vlak na určité místo, např. 50 m před hlavní návěstidlo zakazující další jízdu, nebo na určené místo u nástupiště.

Při rychlostním omezení se počítá s odbrzdovací dobou vlaku. Vlak je na nižší rychlost naváděn tak, že do tohoto úseku najíždí již sníženou konstantní rychlostí a nedochází tedy k jejímu výraznému podkročení, jak je tomu u ETCS, které začne vlak odbrzdňovat až při dosažení snížené rychlosti. (11)

Naopak ETCS může být pro CRV&AVV užitečný tím, že pro CRV&AVV bude prostřednictvím sériové linky RS 422 poskytovat informace o parametrech vlaku, jeho statickém rychlostním profilu a dále bude poskytovat informaci o poloze vlaku získané ze svých balíz. Pozice balíz však musí být zaneseny do route map vozidel. V případě vybavení tratě balízami ETCS může být pro systém CRV&AVV použití vlastních IB nadbytečné.

2 UPLATNĚNÍ CRV&AVV V ČR

System automatického řízení vlaku CRV&AVV ve smyslu ATO je v železniční dopravě světovým unikátem, nachází tedy uplatnění prozatím pouze v České republice. Systémem je vybaveno prozatím jen několik desítek vozidel, ale jejich počet se neustále zvyšuje. Rovněž traťových úseků vybavených stabilní částí systému přibývá.

2.1 Vybavená vozidla

Pro testovací účely systému CRV&AVV byla jeho úplnou mobilní částí vybavena některá hnací vozidla. Šlo o dvojici elektrických motorových jednotek řady 470 a elektrickou lokomotivu 163 034, ze které je již zařízení demontováno. Pro testy souběžného provozu CRV&AVV a ETCS bylo zařízení instalováno na elektrické lokomotivě 362 166.

Pro běžné provozní účely jsou mobilní částí systému CRV&AVV vybaveny v zásadě dvě řady hnacích vozidel. Jde o elektrické motorové jednotky řady 471 určené pro příměstský provoz a nové vícesystémové lokomotivy řady 380 zakoupené pro provoz dálkových mezinárodních vlaků.

2.1.1 Elektrická motorová jednotka řady 471

V návaznosti na zkušenosti s řadou 470 bylo zařízení CRV&AVV instalováno do všech vozidel řady 471, resp. 971 již z výroby. Tato vozidla jsou svou konstrukcí uzpůsobena pro instalaci CRV&AVV. Mobilní část systému je zde tvořena čtveřicí snímačů MIB-6, z nichž jsou aktivní vždy dva přední ve směru jízdy. Snímače jsou umístěny za prvním podvozkem obou konců soupravy. Jádrem systému, postavené na procesorech Motorola 68360, je tvořeno blokem tří desek polovičního evropského formátu. Tyto jsou společně umístěny ve skříni v prostoru za stanovištěm motorového vozu. Jedna z celkem 48 jednotek této řady zatím dodaných ČD disponuje mobilní částí evropského zabezpečovače ETCS pro účely testu kompatibility obou zařízení.

Systém informuje strojvedoucího prostřednictvím plazmového dotykového displeje (obr. 4). Strojvedoucí uděluje pokyny systému ovládním sdružené řídicí páky, pomocí klávesnice AVV nebo pomocí již zmíněného dotykového displeje. Pomocí klávesnice lze volit rychlost pro režim ARR, upřesnit návěst přenesenou zabezpečovačem LS 90. Klávesnice dále slouží k manuálnímu spouštění automatického cílového brzdění k přechodným omezením

rychlosti, omezení maximálního tahu vozidla apod. Do systému nejsou integrovány funkce ovládání dveří, přepínání světlometu a dalších, jak je tomu např. u vozidel metra vybavených podobným systémem.



Obrázek 4: Ovládací pult jednotky řady 471

Zdroj: (autor)

Systému je po aktivaci jednotky nejdříve prostřednictvím displeje nutno zadat číslo vlaku, brzdicí procenta vlaku, jeho délku a požadovanou rychlost. Relevantní data jsou nabízena implicitně, takže je strojvedoucí při standardní situaci jen potvrzuje. Poté, co se systém zorientuje přečtením jednoho bodu MIB-6, je vlak řízen zcela automaticky a strojvedoucí se může více věnovat dění na trati a obsluze dalších zařízení. Do činnosti systému je samozřejmě možno kdykoliv zasáhnout manuálně.

S jednotkami této řady se můžeme setkat především na tratích v okolí Prahy, kde je provozována většina souprav. Tři soupravy však působí také na Ostravsku, takže i zde se můžeme s těmito jednotkami setkat v pravidelném provozu.

2.1.2 Elektrická vícesystémová lokomotiva řady 380

Stejně jako tomu bylo u jednotek řady 471, tak i u těchto lokomotiv se s instalací CRV&AVV počítalo již při návrhu vozidla, takže implementace technologie systému nečinila potíže. V současnosti jsou vyrobeny pouze dva prototypy z celkového objednaného počtu 20 kusů. Oba jsou předmětem dlouhodobých zkoušek a testů. S pravidelným nasazením

těchto lokomotiv se minimálně ještě v příštím grafikonu nepočítá (12). Lokomotivy budou zajišťovat provoz vlaků vyšších kategorií především na prvním tranzitním koridoru.



Obrázek 5: Ovládací pult lokomotivy řady 380

Zdroj: (14)

Čtení polohy z MIB-6 zajišťuje dvojice snímačů umístěná mezi podvozkem a transformátorem (13). Ke komunikaci se zařízením slouží strojvedoucímu dva vzájemně zastupitelné dotykové displeje, nově navržená membránová klávesnice a sdružená jízdní páka (obr. 5). Ovládání systému je velmi podobné jako u řady 471. Zde je postavené na procesorech Fujitsu 91F362. Pomocí 22 žilového UIC kabelu lze z jednoho stanoviště, nebo řídicího vozu ovládat až dvě lokomotivy této řady (15).

2.2 Vybavené tratě

Traťovou částí systému CRV&AVV, tj. body MIB-6, jsou postupně vybavovány tratě, po kterých jezdí stejnosměrné elektrické jednotky řady 471. Jsou to jediná vozidla, která v současnosti traťovou část systému reálně využívají. Zpočátku se vybavovaly koridorové tratě vybíhající z Prahy severním a východním směrem. Systém se časem rozšířil i do východní části republiky, kde se rovněž můžeme setkat s úseky vybavenými body MIB-6.

Trať tranzitních koridorů mají být informačními body vybavovány při jejich rekonstrukcích (10). Některé rekonstruované úseky tratí však dosud IB vybaveny nebyly. Vybavené traťové úseky tak mnohdy tvoří izolované úseky tratí. Aktuálně je vybaveno asi 370 km tratí (Příloha č. 1). Přidělení kódu IB a správu jejich databáze bodů zajišťuje AŽD.

Současný postup vybavování tratí a vozidel systémem se zdá být nekoncepční a jen částečně efektivní. V GVD 2008/2009 využívá traťové části AVV pouze 24 z celkem

34 souprav turnusové potřeby této řady. Z 1017 kusů bodů MIB-6 není v provozu vůbec využíváno minimálně 200 kusů (19,7 % z celkového počtu) a dalších 294 kusů (28,9 %) je pojížděno pouze jedním párem vlaků denně. Naproti tomu nejsou vybaveny tratě, které jsou jednotkami řady 471 pojížděny v hojném počtu a výhod AVV by zde bylo velmi dobře využito. Návratnost finančních prostředků investovaných do systému je však i za tohoto stavu velmi dobrá.

Problematickou záležitostí se zdá být vlastnictví bodů MIB-6. První body byly pořizovány z financí odboru O12 ČD, později se staly součástí investičních akcí DDC a instalace bodů byla zanesena do podmínek rekonstrukcí koridorových tratí. Po transformaci Českých drah, státní organizace se nástupnická SŽDC k vlastnictví MIB-6 v kolejišti nehlásí a další umístování bodů v kolejišti nepodporuje. Nejnověji instalované IB jsou proto v majetku ČD, ale SŽDC dává souhlas k jejich umístování (9). Samostatnou kapitolou jsou MIB-6 na trati Ostrava Svinov – Opava východ, které na své náklady nechala umístit firma AŽD, ale využívají je vozidla ČD (10).

2.2.1 Praha – Česká Třebová

První informační body MIB-6 se v kolejové síti SŽDC, resp. ČD objevily v letech 1996 – 1998. Šlo o trať Praha Masarykovo nádraží – Kolín. Na tříkolejném úseku Praha Běchovice – Poříčany jsou body instalovány pouze na krajních kolejích, kde se předpokládá provoz zastavujících osobních vlaků. MIB-6 postupně nahradily původní starší systém sestávající ze dvou (tzv. jednoduché informační body) a pěti magnetů (tzv. úplné informační body) instalovaný zde v roce 1991. Při současném provozu obou systémů se jednotlivé úseky rozlišovaly interní změnou čísla vlaku. Přepínání mezi systémy se dělo automaticky. V dubnu 2004 byl IB vybaven úsek Kolín – Řečany nad Labem. V prosinci téhož roku už byl MIB-6 vybaven traťový úsek Řečany nad Labem – Přelouč. Do Pardubic se po trati vybavené MIB-6 začalo jezdit v březnu roku 2008. V úseku bylo položeno celkem 274 bodů MIB-6. Další 4 body jsou instalovány v žst. Kutná hora. Třinácti body MIB-6 je vybavena žst. Choceň. Vybaven je také rekonstruovaný úsek Ústí nad Orlicí – Dlouhá Třebová a žst. Dlouhá Třebová, kde bylo použito celkem 14 bodů MIB-6. Kvůli rekonstrukci kolejiště jsou dočasně sňaty MIB-6 ve stanicích Kolín a Praha Běchovice.

2.2.2 Česká Třebová – Přerov

První body MIB-6 se na trati objevily kolem roku 2006. Nejprve byly realizovány části Česká Třebová (mimo železniční stanici) – Zábřeh na Moravě a Červenka – Dluhonice (mimo železniční stanici). Po dokončení koridorizace úseku Zábřeh na Moravě – Červenka byly i zde položeny body MIB-6. Provoz systému byl zahájen v červnu 2007, od kdy do Zábřehu na Moravě zajíždí od Ostravy jeden pár vlaku vedený řadou 471. Osazení celé tratě bylo dokončeno v roce 2009 položením posledních bodů v žst. Moravičany. Osazeno bylo celkem 252 bodů MIB-6. V uzlu Olomouc došlo zatím pouze k částečnému osazení MIB-6, zbývající body by měly být doplněny po modernizaci.

2.2.3 Přerov – Petrovice u Karviné

V úseku Hranice na Moravě (mimo žst.) – Ostrava Svinov (včetně žst.) se první IB objevily v polovině roku 2003. V současnosti je zde osazeno 134 bodů MIB-6. V úseku Bohumín Vrbice (včetně žst.) – Petrovice u Karviné (včetně žst.) jsou MIB-6 instalovány od podzimu 2004. Vybavena byla také odbočka Koukolná. Celkem zde bylo umístěno 88 kusů MIB-6. Oba úseky jsou provozovány od června 2007.

2.2.4 Praha – Děčín

Po rekonstrukci traťového úseku Praha Bubeneč – Kralupy nad Vltavou byla trať (mimo stanic) vybavena 48 body MIB-6, které se od dubna roku 2004 začaly používat v provozu. Dalším zprovozněným úsekem byla část Nelahozeves – Vraňany, kde bylo osazeno 40 IB již dříve, ale začaly se používat také až v dubnu 2004. Od platnosti GVD 2007/2008 se začalo jezdit také po úseku Roudnice nad Labem (mimo žst.) – Lovosice (včetně žst.) vybaveného 58 body, které zde byly instalovány již dříve. Zatím poslední vybavený úsek mezi stanicemi Ústí nad Labem sever (mimo žst.) – Děčín hl. n. (včetně žst.) byl již roku 2003 osazen 53 IB, ale dosud se nepoužívá, neboť sem žádná jednotka řady 471 pravidelně nezajíždí.

2.2.5 Ostrava Svinov – Opava východ

Provoz systému na tomto úseku vybaveném 39 body MIB-6 začal po rozsáhlé rekonstrukci a elektrifikaci tratě v červnu roku 2007.

2.3 Dosažené výsledky

V běžném provozu na železnici dosahuje systém velmi dobrých výsledků. Co se týče vzdálenostní přesnosti zastavování, tak se s jednotkami řady 471 běžně daří dosahovat hodnot okolo ± 1 m (6) odchylky od plánovaného místa zastavení. U metra se daří dosahovat hodnoty ještě o řád lepší.

Z časového hlediska se daří zastavovat s přesností ± 5 s od času stanoveného pro místo zastavení. Tohoto velmi dobrého výsledku je dosahováno i při velkém množství náhodných vlivů, které optimalizaci ovlivňují.

Regulátor rychlosti dokáže požadovanou rychlost udržovat s vysokou přesností ± 1 km/h, přičemž moderní vozidla s kvalitním řízením pohonu dosahují přesnosti dvojnásobné (1).

Co se týče spolehlivosti čtení dat z tratě, tak se podle (4) ještě nestalo, aby byl akceptován chybný kód informačního bodu MIB-6, a to ani při testech jeho starších verzí, kdy zabezpečení kódu bylo na mnohem nižší úrovni, než je tomu teď.

2.4 Ekonomická efektivnost systému

Na jednom páru vlaku v relaci Praha Masarykovo nádraží – Pardubice byla nasazena souprava vedená lokomotivou 163 034 vybavená mobilní částí AVV a měřicím přístrojem pro zjištění reálné spotřeby trakční elektrické energie. Měsíční měření prokázalo její průměrnou úsporu ve výši asi 30 % oproti vedení vlaku běžným strojvedoucím. V některých úsecích dosahovala úspora až 80 %. Velikost úspor byla dána také časovými rezervami v jízdních dobách, které v současnosti mohou být odlišné, a proto může být i úspora nižší.

Dnes by bylo složité a nákladné reálnou spotřebu měřit přímo. Existují ale simulační programy, z jejichž výstupu získáváme poměrně dobrou představu o skutečném množství uspořené energie. Při simulacích se došlo ke zjednodušenému závěru, že osobní vlak tvořený jednotkou řady 471 v každém vybaveném mezistaničním úseku uspoří přibližně 5 kWh (3).

V pracovní den vykonají jednotky na vybavených tratích celkem 2 672 zastávek (Příloha č. 2). Při ceně asi 2 Kč (5) za odebranou kWh se každý pracovní den uspoří 26 720 Kč. V soboty dosahuje denní úspora nákladů za energii 20 530 Kč a v neděle a státem uznávané svátky 18 970 Kč. Každý běžný týden sestávající z pěti pracovních dní, soboty a neděle systém uspoří 173 100 Kč. Roční přínos tedy bude asi 9 mil. Kč. Předpokládá se, že cena elektrické energie mírně poroste, což ještě víc podpoří ekonomický přínos systému.

Předpokládaných úspor se dosahuje jen při dodržování jízdního řádu, protože každé zkrácení jízdní doby, např. z důvodu zpoždění, s sebou nese dodatečné náklady na spotřebovanou elektrickou energii.

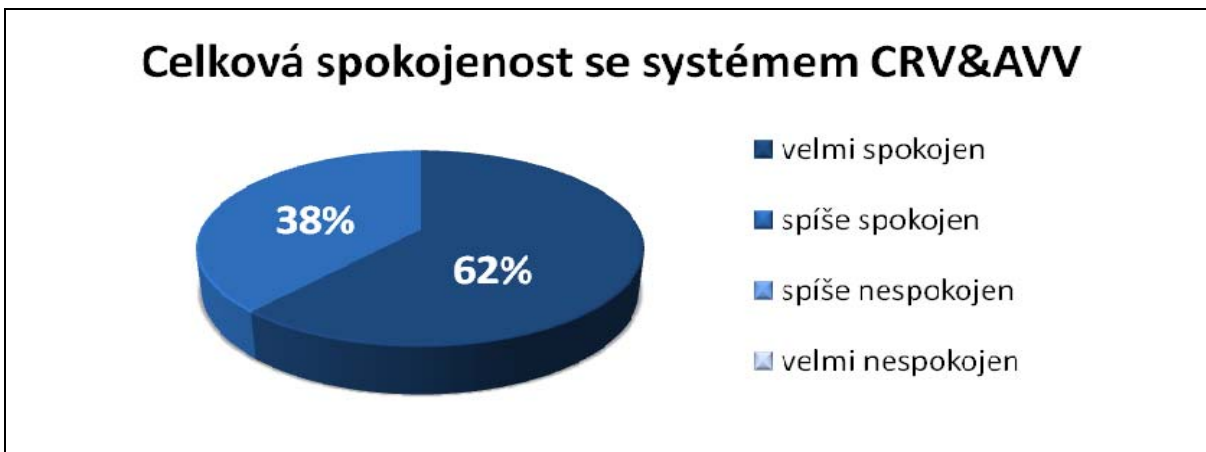
Ekonomika má však i druhou stranu a tou jsou náklady. Vyčíslování nákladů na instalaci systému AVV do vozidla je problematické, neboť zde velmi záleží na vhodnosti konkrétního typu vozidla pro instalaci tohoto systému. U moderních vozidel, kde se počítá s vyspělým systémem řízení, je implementace mnohem jednodušší a méně nákladná než u vozidel se starším systémem řízení, která na instalaci takového systému nejsou přizpůsobena vůbec. Vzhledem k tomu, že většina součástí systému AVV by na vozidle musela být tak jak tak instalována, můžeme dodatečné náklady na rozšíření řízení vozidla o režim optimalizace jízdy oproti vozidlu bez něj při jeho celkové ceně považovat za zanedbatelné.

Náklady na traťovou část systému CRV&AVV lze odhadnout z investičních nákladů spojených pořizováním a osazováním bodů. Cena jednoho bodu MIB-6 včetně projektu a instalace se pohybuje okolo 40 000 Kč (3). Při současném nainstalovaném počtu asi 1000 ks bodů MIB-6 budou náklady na traťovou část systému asi 40 mil. Kč.

Z výše uvedených kalkulací je patrné, že systém si na sebe za ideálního stavu vydělá během asi necelých pěti let a dále už jen přináší úspory nákladů na elektrickou energii. Skutečná návratnost finančních investic do systému však může být o něco delší např. i z důvodu, že strojvedoucí nejsou povinni optimalizační režim využívat.

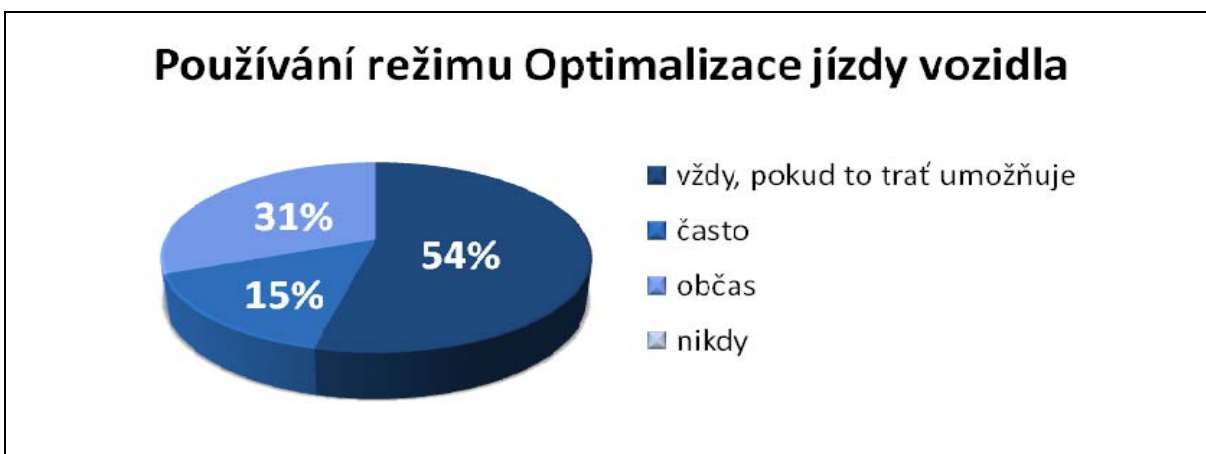
2.5 Zkušenosti strojvedoucích

Z důvodu komplexnějšího poznání systému CRV&AVV byla provedena analýza spokojenosti s vlastnostmi systému mezi strojvedoucími ČD, kteří mají oprávnění jezdit s jednotkami řady 471. Vzor dotazníku je přílohou č. 3 k této práci. K systému se vyjádřili především služebně starší strojvedoucí s delší zkušeností s jízdou na jednotkách řady 471. Průzkum prokázal vysokou spolehlivost zařízení v provozu, dobrou přehlednost jeho ovládání i jeho přínos v oblasti zjednodušení ovládání vozidla (obr. 6). Strojvedoucí však jen v omezené míře využívají možnost energetické optimalizace jízdy (obr. 7). Může tomu tak být z důvodu častého dohánění zpoždění vlaku, které by i při jízdě v režimu optimalizace jízdy vlaku energetickou úsporu nepřineslo.



Obrázek 6: Graf celkové spokojenosti strojvedoucích se systémem CRV&AVV

Zdroj: autor



Obrázek 7: Graf využití režimu Optimalizace jízdy vozidla (OJV) strojvedoucími

Zdroj: autor

Podle některých dotázaných je systém neocenitelným pomocníkem zejména za zhoršené viditelnosti, např. při mlze nebo při zastavování v hůře osvětlených zastávkách, a proto by uvítali jeho další rozšíření. Jiní by uvítali opětovné zavedení a rozšíření rádiového přenosu návěstních znaků na vozidlo.

3 NÁVRH ROZŠÍŘENÍ CRV&AVV

Dlouholeté pozitivní zkušenosti s provozem CRV&AVV dokazují, že cílené rozšiřování systému je přínosné nejen z ekonomického hlediska, ale poskytuje také řadu dalších benefitů. Kompletního portfolia výhod je možno využívat jen při plné konfiguraci systému, tj. při jízdě systémem vybaveného vozidla po trati osazené magnetickými informačními body, z čehož plyne potřeba vhodného rozšiřování systému jak na další vozidla, tak i vybavování dalších tratí, na kterých jsou tato vozidla provozována.

3.1 Vybavování vozidel

Přestože z energetického a finančního hlediska se instalace systému vyplatí především u vozidel určených pro vozbu národních často zastavujících vlaků, své uplatnění najde také mezi hnacími vozidly dálkových relací. Mnohdy obtížná příprava starších vozidel pro instalaci mobilní části CRV&AVV nahrává spíše vybavování nových vozidel, u kterých se s instalací systému počítá už od projektu.

3.1.1 Elektrická motorová jednotka řady 471

ČD mají v současnosti objednáno 60 kusů těchto souprav, z nichž již 48 souprav bylo dopravci dodáno. Objednaný počet souprav však nemusí být konečný. Další dodaná vozidla by v první řadě měla nahradit zastaralé jednotky řady 451 a 452 v okolí Prahy. Není ale vyloučeno, že se objeví i jinde. Všechny jednotky budou i nadále mobilní částí AVV vybavovány přímo výrobcem.

Po skončení životnosti jednotek řady 460 na Ostravsku a jednotek 560 v okolí Brna, které tvoří převážnou většinu vozidel nasazených na osobních vlacích v okolí těchto velkých měst, by je v budoucnu mohly nahradit právě další jednotky řady 471, popř. jejich varianty 571 jezdící na střídavé trakci. Výrobce má střídavou popř. dvojsystémovou variantu ve své produktové nabídce a je připraven je v relativně krátké době začít vyrábět.

Co se týče vybavování vozidel systémem AVV, tak tyto jednotky jsou asi nejvhodnějším kandidátem, neboť působí na vnitrostátních zastávkových vlacích, kde je efektivita systému nejvyšší.

3.1.2 Elektrická vícesystémová lokomotiva řady 380

U všech dvaceti objednaných kusů pro ČD bude systém AVV součástí řízení lokomotiv již z výroby. V současnosti jsou vyrobeny dva prototypy této řady a třetí lokomotiva je v pokročilém stádiu rozpracovanosti. Tato vozidla budou jako první pro optimalizaci jízdy využívat optimalizátor pro méně často zastavující vlaky.

3.1.3 Naklápěcí jednotka řady 680

U jednotek této řady bylo před jakýmkoliv rozsáhlejším zásahem do vybavení vozidel nutno počkat na skončení garančních lhůt ze strany dodavatele. Ty měly vypršet ke konci roku 2007, takže případné doplnění řízení jednotek o AVV by již mělo být možné.

3.1.4 Ostatní vozidla

Z dalších vozidel, která dosud systémem vybavené nejsou, by v úvahu připadaly příměstské jednotky řad 451, 452 a 460, resp. 560. Vybavování těchto vozidel by ale bylo neefektivní z důvodu vysoké finanční náročnosti na instalaci zařízení nebo z důvodu nízké předpokládané životnosti vozidla. Dopravcům ale samozřejmě není bráněno v přístupu k traťové části AVV, takže je na jejich zvážení, zda svá vozidla systémem vybaví. SŽDC v následujících letech neuvažuje o zavedení poplatku za využívání traťové části AVV (9).

3.2 Vybavování tratí

Traťová část systému AVV by se měla rozšířit na všechny tratě, kde jsou provozována vozidla vybavená mobilní částí systému (Příloha č. 4). V současnosti jsou to především tratě v okolí Prahy pojížděné jednotkami řady 471, ale v souvislosti s instalací mobilní části AVV do lokomotiv řady 380 by se dalo uvažovat také o vybavení celého I. tranzitního koridoru.

SŽDC popř. i další provozovatelé dráhy, resp. dopravci měli možnost zapojit se do Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2008 (16) vyhlášeného Ministerstvem dopravy České republiky (MDČR) a získat tak 50% dotaci (max. 1 000 000 Kč na jednu akci) na investice, které vedou ke snížení spotřeby energie při provozování a údržbě dopravní infrastruktury, kterými investice do pořízení a instalace bodů MIB-6 jsou. Takováto investiční úspora při vhodném členění akcí zkrátí dobu návratnosti investic do traťové části systému na polovinu.

3.2.1 Praha – Nymburk

Potřeba doplnění kolejiště o body MIB-6 je asi nejvíce znatelná na trati Praha Masarykovo nádraží – Nymburk (s odbočkami do Kolína, resp. Kutné Hory a do Poříčan), kde je většina osobních vlaků vedena jednotkami řady 471. Vybavení tratě Praha Masarykovo nádraží – Nymburk by kromě dalších efektů přinášelo týdně úsporu elektrické energie v hodnotě 89 190 Kč, při investičních nákladech na celkem asi 263 bodů MIB-6 ve výši pouze 2 280 000 Kč. ČD zde mají schváleny dotace z programu MDČR pro úseky Praha Balabenka – Lysá nad Labem a Lysá nad Labem – Nymburk.

3.2.2 Praha – Děčín

Na této trati s provozem jednotek řady 471 zbývá traťovou částí dovybavit úseky Vraňany – Roudnice nad Labem, Lovosice – Ústí nad Labem a stanici Kralupy nad Vltavou. Na úsek Vraňany – Roudnice nad Labem a stanici Kralupy nad Vltavou mají ČD schváleny finanční dotaci z programu MDČR na podporu úspor energie.

3.2.3 Praha – Beroun

V úseku Praha hlavní nádraží – Beroun se jednotky řady 471 pravidelně vyskytují zatím pouze o víkendech. Se vzrůstajícím počtem dodaných jednotek by na tuto trať mohly začít zajíždět v hojnějším počtu, takže by v blízké budoucnosti bylo vhodné i tento úsek vybavit stabilní částí systému AVV, tedy body MIB-6. Osazování body by bylo vhodné sladit s případnou rekonstrukcí tratě a vybavit ji až po ukončení prací na trati, aby se některé úkony instalace zbytečně neprováděly vícekrát.

3.2.4 Praha – Benešov u Prahy

Jednotky řady 471 se začínají objevovat v pravidelném víkendovém provozu i na trati Praha hlavní nádraží – Benešov u Prahy. Vzrůstající trend počtu jednotek na této trati má pokračovat i v budoucích letech, z čehož plyne, že i tady by se vyplatilo instalovat traťovou část AVV. Trať je v současné době v rekonstrukci. Ta se už ale blíží ke svému konci, takže s osazenými body se po jejich instalaci nebude muset manipulovat.

3.2.5 Pardubice – Brno

V souvislosti s provozem lokomotiv řady 380 na I. tranzitním koridoru se uvažuje o vybavení dosud nevybavených úseků na trati Pardubice – Brno body typu MIB-6.

Při minimalistické variantě by byl celý úsek osazen podle pravidel rozmístování bodů na širé trati. Body MIB-6 by na širé trati měly být rozmístěny dle zavedených pravidel. Úspora bodů by se měla projevit ve stanicích, kde se počítá pouze s průjezdy po hlavních traťových kolejkách a není tedy nutno vybavovat ostatní koleje. Ušetří se také body, které se na zhlavích stanic pokládají jen kvůli zjištění skutečného pokračování jízdní cesty. Celkem se počítá s osazením asi 60 kusů bodů MIB-6. Tato varianta by neumožňovala využívat cílové brzdění. K dispozici by byla možnost použití optimalizátoru jízdy u dálkových vlaků.

Středně náročná varianta by umožňovala optimalizované předjíždění ve významnějších stanicích. Pro tuto variantu by bylo potřeba 248 bodů MIB-6.

Investičně nejnáročnější řešení by obsahovala varianta plného osazení 360 kusy IB. Plné osazení tratě by umožňovalo využití všech výhod systému CRV&AVV pro všechna vozidla vybavená mobilní částí.

3.2.6 Ostravsko

Vzhledem k relativně častému provozu elektrických jednotek řady 471 v úseku Ostrava Svinov – Český Těšín přes Havířov by tuto trať bylo vhodné pokrýt body MIB-6 a umožnit tak využívání všech výhod systému AVV na této trati. Po dokončení koridorizace by systémem mohl být vybaven i úsek odb. Koukolná – Mosty u Jablunkova, neboť i sem jednotky 471 zajiždějí.

3.2.7 Další tratě

Osazování body by samozřejmě bylo možné i na dalších tratích, ale vzhledem k malému počtu vlaků vedených vozidly schopnými využít výhod systému by se návratnost investice do traťové části neúměrně prodloužila. Navíc dosud nejsou vybaveny tratě, kde je velmi silný provoz hnacích vozidel vybavených AVV, takže prioritně by měly být osazeny tyto tratě na úkor ostatních.

3.3 Rádiový přenos návěstních znaků

V souvislosti s omezenými možnostmi českého vlakového zabezpečovače předávat na vozidlo informace o dění na trati před jedoucím vlakem se jako vhodným doplňkem jeví užití adresného rádiového přenosu návěstních znaků na vozidlo. Rádiový přenos návěstních znaků již byl úspěšně testován v Praze Libni, kdy byl na jedné jednotce řady 470 zřízen datový kanál pro adresný přenos návěstních znaků.

Takovéto řešení přenosu návěstí je výhodné pro optimalizaci jízdy systémem CRV&AVV, neboť umožňuje AVV vidět návěstní znaky na prakticky libovolnou vzdálenost před vlakem. AVV tak může lépe optimalizovat jeho jízdu, např. při příjezdu k návěsti „stůj“, kdy může mnohem dříve zařadit výběh a tím spořit trakční energii i šetřit součásti třecích brzd (2).

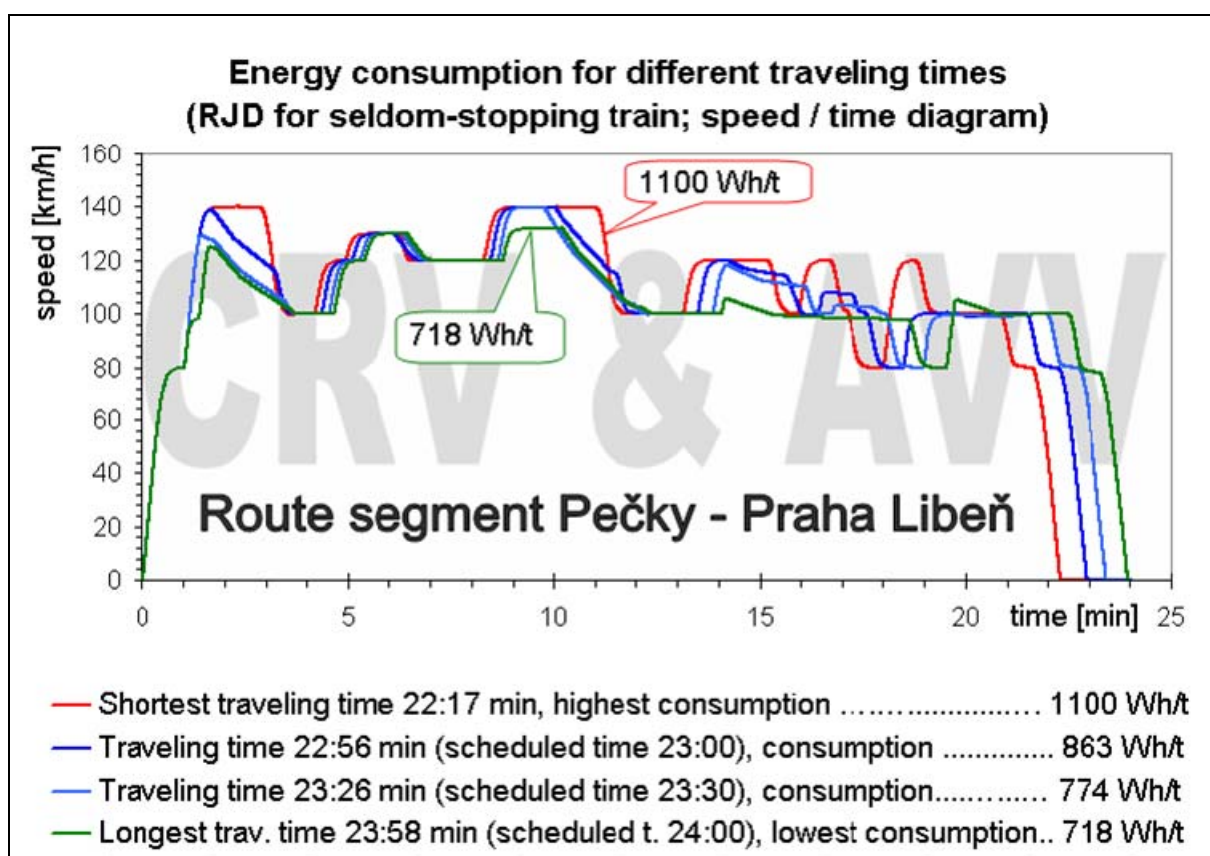
3.4 Motivace dopravců

Úspěchy systému nabourává špatná motivace v českém železničním prostředí a nevyjasněné majetkové a platební vztahy. Kromě nejasného vlastnického vztahu informačních bodů MIB-6 se rozpor nalézá také v úsporách za elektrickou energii. Úsporným elementem jsou sice vozidla dopravce, ale finanční úspory se projeví u poskytovatele trakční energie (SŽDC), neboť dopravce provozující vozidlo vybavené optimalizátorem jízdy za trakční energii platí běžnou sazbu. SŽDC o případné slevě neuvažují (9). Tato situace je částečně způsobena nemožností přesného klíčování spotřeby elektrické energie, protože jednotlivá vozidla nejsou vybavena elektroměry. Další problém tohoto typu se vyskytuje při rekuperaci, kdy je převážná část kinetické energie při brzdění vozidla přeměněna na elektrickou a vrácena do trolejového vedení. Dopravce nemá nárok na finanční kompenzaci za tuto energii.

Z výše popsaných důvodů by bylo vhodné co nejdříve vyřešit sporné otázky a alespoň nová vozidla vybavit elektroměry, podle kterých by poskytovatel trakční elektrické energie klíčkoval náklady na její skutečně spotřebované množství. V opačném případě se energie spoří, což je sice šetrné k životnímu prostředí, ale nemotivující pro dopravce liberalizovaného železničního trhu, kteří by eventuelně byli ochotní do spořicího systému investovat.

3.5 Optimalizace jízdních řádů

Vzhledem ke skutečnosti, že míra úspory energie je závislá na velikosti časových rezerv v jízdních dobách a na dodržování jízdních řádů vlaků, měla by být navázána spolupráce s jejich tvůrci, kteří by do jisté míry mohli jízdni řády pro vybraná vozidla optimalizovat. I malé prodloužení jízdni doby může přinést relativně velkou úsporu elektrické energie. Příklad simulace pro vozidlo řady 380 v traťovém úseku Pečky – Praha Libeň je na obrázku č. 8. Při prodloužení jízdni doby o necelých 8 % je zde úspora elektrické energie více než třetinová.



Obrázek 8: Grafy průběhů rychlostí při požadovaných časech dojezdu a spotřeby energie zdroj: (5)

S délkou jízdni doby souvisí také zpoždění vlaků. To velmi negativně ovlivňuje úsporu energie, protože optimalizátor nemá možnost zařazovat do jízdni strategie výběh a jede stylem výkon – brzda. Obecně se dá říct, že se vzrůstající vzdáleností ujetou podle jízdniho řádu klesá relativní spotřeba elektrické energie. Z tohoto důvodu je dobré již při konstrukci jízdniho řádu myslet na pravděpodobnost dodržení jízdniho řádu a jízdni doby volit spíše volnější než napjaté na hranici možností tratě i vozidla. Kromě nižší spotřeby energie to jistě ocení také cestující, pro které je přijatelnější včasný příjezd do cílové destinace podle jízdniho

řádu než nejistý o něco dřívější příjezd za cenu vyššího rizika zpoždění vlaků a ujetí případných návazných spojů.

3.6 Přejchod na traťovou část patřící ETCS

V souvislosti s realizací pilotního projektu ETCS v úseku Poříčany – Kolín a dalším rozšířením traťové části ETCS na vybrané koridorové tratě se hovoří o možné plošné náhradě traťové části systému AVV (bod MIB-6) traťovou částí evropského zabezpečovače (balízy). Takováto záměna je po zajištění technické stránky přenosu informací z nového zdroje dat na vozidlo samozřejmě možná, ale má i své negativní stránky.

Nejvýznamnějším uživatelem systému a tvůrcem úspor jsou elektrické motorové jednotky řady 471, které jsou určeny pro vnitrostátní provoz, a proto se s jejich hromadným vybavením velmi nákladnou mobilní částí evropského vlakového zabezpečovače v blízké budoucnosti zatím nepočítá. Nové elektrické lokomotivy řady 380 jsou vybaveny pro čtení traťové části obou zařízení, takže zde kolize obou systémů nehrozí. Jeden bod MIB-6 je možno nahradit minimálně dvěma, resp. čtyřmi nákladnými balízami ETCS. Větší rozšíření ETCS v České republice v nejbližších letech pravděpodobně neproběhne, takže momentálně není nutné investovat do výměny bodů MIB-6 za balízy ETCS.

ZÁVĚR

V práci jsem se pokusil popsat optimalizační systém CRV&AVV, zanalyzovat a zhodnotit jeho současné rozšíření a navrhnout možnosti jeho rozšíření, čímž byly naplněny cíle práce vytýčené v úvodu.

Světově unikátní systém CRV&AVV je účinným a užitečným nástrojem nejen pro energetickou optimalizaci provozu železničních vozidel, ale je i přínosem pro zvýšení bezpečnosti železničního provozu a celkového zrovnoměření provozu na železnici.

Současné rozšíření systému není ideální, neboť ne všechna vozidla schopná optimalizovat svou jízdu pomocí AVV jsou nasazována na systémem vybavených tratích a naopak, některé vybavené úseky nejsou těmito vozidly pojížděny vůbec, některé jen zřídka. I za těchto podmínek je návratnost finančních investic vložených do systému velmi dobrá.

Před jakýmkoliv rozšiřováním systému by se nejdříve měly vyřešit sporné otázky týkající se financování a vlastnictví informačních bodů a definovat jasné podmínky jejich užívání dopravci. Rovněž by dopravcům měla být poskytnuta přiměřená komerční nabídka ze strany vlastníka, resp. provozovatele traťové části systému.

Výhod systému je zatím schopen využívat pouze národní dopravce, což však nebrání jeho cílenému rozšiřování pro jeho potřeby, neboť energie uspořena vozidly ČD se projeví sníženými náklady SŽDC. Vzhledem k vlastnictví obou podniků státem zůstávají uspořené prostředky v systému veřejných financí. V případě užívání AVV soukromými dopravci by jim bylo nutno smluvně zajistit možnost čerpání finančního ekvivalentu za uspořenou energii.

Rozšiřování systému by se v blízké budoucnosti mělo týkat zejména tratí, na kterých jsou provozovány jednotky řady 471. Největších úspor by bylo dosaženo osazením tratě Praha – Nymburk, kde je provozováno větší množství těchto jednotek na velkém množství osobních vlaků, a proto by tato trať měla být vybavena v co nejbližší době. Osazení dalších tratí stabilní části systému AVV by se mělo řídit velikostí ušlých energetických, resp. finančních úspor, které by vznikly v souvislosti s vybavením tratě stabilní částí systému. Při volbě priorit by se také mělo přihlídnout k aktuálnímu stavu tratě, aby se vyhnulo případným kolizím např. z důvodu rekonstrukce nebo rozsáhlejší údržby tratě. Takto by v ideálním případě mohly být pokryty všechny tratě, na kterých jsou provozována vozidla s instalovanou mobilní částí systému AVV.

Co se týče vybavování vozidel, myslím si, že současný stav vybavování a probíhající instalace mobilní části systému do nově vyrobených jednotek řady 471 je dostačující. V souvislosti s vybavením lokomotiv řady 380 systémem CRV&AVV a jejich provozem na I. národním tranzitním koridoru, který má být také osazen informačními body umístěnými v trati, by bylo dobré zvážit instalaci vozidlové části systému i do naklápěcích jednotek řady 680, aby tak mohlo být intenzivněji čerpáno výhod systému na této relaci.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) LIESKOVSKÝ, Aleš. *Automatické vedení vlaku Českých drah*. Automatizace, říjen 2004, roč. 47, č. 10, s. 631-632. ISSN: 0005-125X.
- (2) MYSLIVEC, Ivo – ŠPAČEK, Pavel – ŠULA, Božetěch. *Automatické vedení vlaku AVV*. Vědeckotechnický sborník ČD. 1995, č. 5, s. 29-38.
- (3) Rozhovor s Dr. Ing. Alešem Lieskovským dne 20. 10.2008 v Praze.
- (4) LIESKOVSKÝ, Aleš – MYSLIVEC, Ivo. *Automatické vedení vlaku* [online]. c 1998, poslední revize 23. 11. 2005 [cit. 2008-11-25]. URL: <<http://www.volny.cz/avvcd/>>.
- (5) KONEČNÝ, Jiří – MYSLIVEC, Ivo. *CRV&AVV ATO system used on vehicles of Czech Railways* [online]. [cit. 2009-03-19]. URL: <http://www.uic.asso.fr/reunion.php/21956/006_rome_workshop_ato_myslivec.pptm.pptm>.
- (6) MYSLIVEC, Ivo. *CRV & AVV modulární řídicí systém pro všechny druhy vozidel*. Prezentace pro ACRI 16. 5. 2006 [cit. 2009-03-19].
- (7) *CRV & AVV systém automatického vedení vlaku* [online]. [cit. 2009-03-19]. URL: <http://www.azd.cz/fileadmin/user_upload/katalog-produktu/pdf/cs/Kat-list-A15.pdf>.
- (8) MYSLIVEC, Ivo. *MIB-6 pokyny k projektování*. Prezentace pro Aktiv projektantů Tetčice 7. – 8. 6. 2006 [cit. 2009-03-19].
- (9) Interní materiály SŽDC
- (10) Interní materiály AŽD
- (11) LIESKOVSKÝ, Aleš – MYSLIVEC, Ivo – ŠPAČEK, Pavel. *ETCS a AVV - spolupráce, nikoliv konkurence*. Vědeckotechnický sborník ČD. 2001, č. 21, s. 1-6.
- (12) Interní materiály ČD
- (13) KONEČNÝ, Jiří – ŠPALEK, Petr. *Nová třísystémová lokomotiva řady 380 ČD*. Vědeckotechnický sborník ČD. 2008, č. 26, s. 1-9.
- (14) *Ako sa darí Škodovke 380.002 na skúšobnom okruhu v Cerheniciach* [online]. Poslední revize 22. 11. 2008 [cit. 2009-03-19]. URL: <<http://www.railpage.net/modules/news/article.php?storyid=1872>>.
- (15) *Lokomotiva 109E* [online]. [cit. 2009-03-19]. URL: <<http://109-e.wgz.cz/>>.
- (16) *Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2008* [online]. [cit. 2009-03-19]. URL: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/C3A25CF4-8009-4C9C-A2C5-4EEECE705B25/0/Vyhlaseni_St_P_MD_2008v1.doc>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma systému CRV&AVV.....	14
Obrázek 2: Magnetický informační bod MIB-6.....	17
Obrázek 3: Dvojice snímačů informací z bodů MIB-6	17
Obrázek 4: Ovládací pult jednotky řady 471.....	24
Obrázek 5: Ovládací pult lokomotivy řady 380	25
Obrázek 6: Graf celkové spokojenosti strojvedoucích se systémem CRV&AVV	30
Obrázek 7: Graf využití režimu Optimalizace jízdy vozidla (OJV) strojvedoucími.....	30
Obrázek 8: Grafy průběhů rychlostí při požadovaných časech dojezdu a spotřeby energie	36

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACB – M	automatické cílové brzdění – metro
ACB – M2	automatické cílové brzdění – metro, druhá generace
ACRI	Asociace podniků českého železničního průmyslu
ARR	automatická regulace rychlosti
ATO	Automatic train operation – automatické řízení vlaku
AVV	automatické vedení vlaku
AŽD	Automatizace železniční dopravy, s. r. o.
CRC	centrální řídicí člen
CRV	centrální regulátor vozidla
CRV&AVV	systémy AVV a CRV chápány jako jeden celek
ČD	České dráhy, a. s.
ČSD	Československé státní dráhy
DDC	divize dopravní cesty
DPHMP	Dopravní podnik hlavního města Prahy, a. s.
EPROM	Erasable Programmable Read-Only Memory – elektronická paměť mazatelná ultrafialovým zářením
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory – elektronicky mazatelná elektronická paměť
ETCS	European Train Control System – evropský vlakový zabezpečovač
GVD	grafikon vlakové dopravy
IB	informační bod
MDČR	Ministerstvo dopravy České republiky
MIB-6	magnetický informační bod se šesti dvojicemi pozic pro uložení magnetu
O12 ČD	odbor kolejových vozidel Českých drah
odb.	odbočka
OJV	optimalizace jízdy vozidla
PT	poměrný tah
RCB	regulátor cílového brzdění
RJD	regulátor jízdní doby
RR	regulátor rychlosti
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
UIC	Union Internationale des Chemins de fer – Mezinárodní železniční unie
VZ	vlakový zabezpečovač
žst.	železniční stanice
ŽZO	železniční zkušební okruh

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Mapa tratí vybavených AVV

Příloha č. 2: Tabulka počtu jízd v úsecích vybavených body MIB-6

Příloha č. 3: Dotazník pro strojvedoucí

Příloha č. 4: Tabulka počtu jízd v úsecích bez bodů MIB-6

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 2 – TABULKA POČTU JÍZD V ÚSECÍCH VYBAVENÝCH BODY MIB-6

Traťový úsek	Počet bodů MIB-6		Počet jízd e. m. j. 471			Počet úsporných úseků
	využitých	nevyužitých	prac. den	sobota	neděle	
Praha - Česká Třebová						
Praha Mas. n. - Úvaly	71		115	82	75	6
Úvaly - Český Brod	25		111	67	60	3
Český Brod - Poříčany	16		94	50	44	2
Poříčany - Kolín	58		76	50	44	7
Kolín - Přelouč	73		29	26	23	9
Přelouč - Pardubice	31		29	25	22	4
žst. Choceň		13	0	0	0	0
Ústí n. O. - Dlouhá Třebová		14	0	0	0	0
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
133 980 Kč	274	27	2120	1477	1321	31
Česká Třebová - Přerov						
Česká Třebová - Dluhonice	160	92	2	2	2	10
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
1 400 Kč	160	92	20	20	20	10
Přerov - Petrovice u Karviné						
Hranice n. M. - Ostrava Svinov	134		2	2	2	8
Bohumín Vrbice - Petrovice u K.	60	28	4	4	4	2
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
1 680 Kč	194	28	24	24	24	10
Praha - Děčín						
Praha Bubeneč - Kralupy n. V.	48		26	28	28	9
Nelahozeves - Vraňany	40		20	18	18	3
Roudnice n. L. - Lovosice	58		28	30	30	6
Ústí n. L. sever - Děčín hl. n.		53	0	0	0	9
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
32 820 Kč	146	53	462	486	486	27
Ostrava Svinov - Opava						
Ostrava Svinov - Opava (Sp)	39		14	14	14	2
Ostrava Svinov - Opava (Os)			2	2	2	9
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
3 220 Kč	39	0	46	46	46	9
Kolín - Havlíčkův Brod						
žst. Kutná Hora	4		2	0	0	0
Týdenní úspora	Celkem úsek		Zastávek			Celkem
0 Kč	4	0	0	0	0	0
Celková týdenní úspora	Celkem bodů		Celkem zastávek			Úseky celkem
173 100 Kč	817	200	2672	2053	1897	87
Celková roční úspora	80,3%	19,7%	Náklady na body MIB-6		Návratnost investic [let]	
9 001 200 Kč	1017		40 680 000 Kč		4,5	

Úspora v jednom úseku je 5 kWh; cena za 1 kWh je 2 Kč; pouze jízdy jednotek řady 471 s cestujícími v GVD 2008/2009

Zdroje dat: (10, 12)

PŘÍLOHA Č. 3 – DOTAZNÍK PRO STOJVEDOUČÍ

Automatické vedení vlaku (AVV)

Jmenuji se Stanislav Solánský, jsem studentem 3. ročníku Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice. Pro účely své bakalářské práce zabývající se automatizačním systémem AVV bych rád znal názor lidí, kteří tento systém používají, tj. Vás strojvedoucích. Věnujte, prosím, několik minut vyplnění tohoto krátkého anonymního dotazníku. Předem děkuji za pomoc.

U každé otázky zaškrtněte jednu odpověď, která se nejvíc blíží realitě.

1) Jak dlouho pracujete jako strojvedoucí?

- do 5 let 5 až 15 let 15 až 30 let 30 let a více

2) Jak dlouho jezdíte na jednotkách řady 471?

- do 2 roků 2 až 4 roky 4 až 6 let 6 let a více

3) Jaký podíl vaší služby tvoří jízda s jednotkou 471?

- do 10 % 10 až 50 % 50 až 90 % nad 90 %

4) Používáte při jízdě na jednotkách řady 471 režim optimalizace jízdy (OJV)?

- pokud to trať dovolí často občas nepoužívám

5) Máte pocit, že Vám zařízení AVV ulehčuje řízení vozidla?

- určitě ano spíše ano spíše ne určitě ne

6) Je podle Vás ovládání systému AVV přehledné?

- velmi přehledné spíše přehledné spíše nepřehledné velmi nepřehledné

7) Je zařízení AVV podle Vašich zkušeností v provozu spolehlivé?

- velmi spolehlivé spíše spolehlivé spíše nespolehlivé nespolehlivé

8) Jak jste celkově spokojen se zařízením AVV?

- velmi spokojen spíše spokojen spíše nespokojen velmi nespokojen

9) Je něco, co by se na systému AVV mělo změnit? Jak?

PŘÍLOHA Č. 4 – TABULKA POČTU JÍZD V ÚSECÍCH BEZ BODŮ MIB-6

Traťový úsek	Přibližná potřeba bodů MIB-6	Počet jízd e. m. j. 471			Počet úsporných úseků
		prac. den	sobota	neděle	
Praha - Nymburk - Kolín - Kutná Hora, Nymurk - Poříčany					
Praha Balabenka - Lysá n. L.	75	101	42	40	7
Lysá nad Labem - Nymburk hl. n.	39	66	42	40	5
Nymburk hl. n. - Poděbrady*	21	44	38	37	2
Poděbrady - Kolín*	72	41	36	36	5
Kolín - Kutná hora*	33	2	0	0	2
Nymburk hl. n. - Poříčany*	23	30	1	0	5
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
89 190 Kč	263	1484	765	734	26
Praha - Beroun					
Praha hl. n. - Praha-Radotím*	39	0	124	118	3
Praha-Radotín - Řevnice*	42	0	120	114	5
Řevnice - Beroun*	48	0	100	94	4
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
26 720 Kč	129	0	1372	1300	12
Praha - Benešov u Prahy					
Praha hl. n. - Strančice*	78	0	12	13	9
Strančice - Benešov u Prahy*	69	0	10	11	8
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
3 930 Kč	147	0	188	205	17
Praha - Děčín					
Praha Mas. n. - Praha Bubeneč*	15	25	27	27	2
Kralupy n. V. - Nelahozeves	24	16	14	14	2
Vraňany - Roudnice n. L	67	16	14	14	7
Roudnice, Lovosice - Ústí nad Labem	38	26	28	28	7
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
26 320 Kč	144	376	376	376	18
Parubice - Hradec Králové					
Parubice hl. n. - Hradec Králové hl. n.*	33	4	0	0	6
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
1 200 Kč	33	24	0	0	6
Česká Třebová - Přerov					
Dluhonice - Přerov*	12	2	2	2	1
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
140 Kč	12	2	2	2	1
Přerov - Petrovice u Kravíné					
Přerov - Hranice na Moravě	92	2	2	2	6
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
840 Kč	92	12	12	12	6
Ostravsko					
Ostrava Svinov - Bohumín Vrbice	28	20	14	14	3
Odb. Koukolná - Mosty u Jablunkova*	147	6	6	6	14
Ostrava hl. n. - Český Těšín (Sp)*	123	14	14	14	8
Týdenní úspora	Celkem úsek	Zastávek			Celkem
17 560 Kč	298	256	238	238	25
Celková týdenní úspora	Celkem potřeba bodů	Celkem zastávek			Úseky celkem
165 900 Kč	1118	2154	2953	2867	111
Celková roční úspora	Náklady na body MIB-6	Návratnost investic [let]			
8 626 800 Kč	40 620 000 Kč	4,7			

Úspora v jednom úseku je 5 kWh; cena za 1 kWh je 2 Kč; *u úseků s neznámým počtem bodů MIB-6 se použije odhad 3 ks na 1 km dvojkolejně tratě; pouze jízdy jednotek 471 s cestujícími v GVD 2008/2009; na 205 bodů se vztahuje dotační program MDČR Zdroje dat: (10, 12)