

Věra Nováková¹

Specifikace minimálních požadavků železnice na ukazatele kvality signálu GNSS/GALILEO pro „nebezpečnostní“ železniční telematické aplikace

Klíčová slova: *Galileo, GNSS, telematické aplikace*

1. Úvod

ČD-Telematika, a.s. spolupracuje již třetím rokem se SŽDC, s.o. Technickou ústřednou dopravní cesty, Laboratoří inteligentních systémů Pardubice na dotovaném projektu „Certifikace satelitního navigačního systému Galileo pro železniční telematické aplikace“ a zpracovává část pro „nebezpečnostní“ železniční telematické aplikace. Cílem projektu je formulovat metodiku pro převod měřítek kvality satelitního navigačního signálu Galileo do železničních atributů spolehlivosti a bezpečnosti dle standardů CENELEC a vypracovat postup certifikace systému a signálu Galileo pro železniční aplikace. Na základě analýzy jsme v rámci projektu vybrali pro ověření čtyři aplikace. U těchto aplikací jsme vyspecifikovali požadavky na službu GNSS, které nyní ověřujeme v praxi a podle výsledků ověření vhodnosti využití systému Galileo bude navržena certifikace jednotlivých parametrů GNSS pro železniční dopravu.

1.1. Vybrané telematické aplikace

Výkonové zpoplatnění železniční infrastruktury

Komplexní systém pro sběr, verifikaci a uložení dat, která slouží k výpočtu zpoplatnění a výběru poplatku za použití železniční infrastruktury. Na hnacím vozidle je umístěna mobilní část, která vysílá a uchovává data o identifikaci vozidla, poloze, projeté vzdálenosti, informace o doprovodu vlaku, vlakových náležitostech spolu se záznamem o čase pořízené informace, případně další doplňující informace, do stacionární části. Přenos dat o poloze vlaku může probíhat on-line nebo off-line. Stacionární část slouží pro ukládání a verifikaci dat z mobilní části s kmenovými daty získanými ze stávajících informačních systémů.

Sledování polohy vlaků, vozů, zásilek nebo přepravních jednotek

Hlavní funkcionalitou systému je zpracování událostí vozu a vlaku z různých zdrojů s ohledem na jejich logickou, časovou a prostorovou posloupnost, včetně poskytování základních i statistických údajů o pohybu vozů a vlaků v rámci působnosti dopravce. Systém umožňuje sledování charakteristik vozů, jako jsou provozní údaje, údaje o technickém stavu vozu a základní technická data vozu. Hierarchizace sledovaných objektů umožňuje získat přesný a podrobný pohled na pohyb vozů.

¹ Ing. Věra Nováková, 1975, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. V současnosti ČD-Telematika, a.s., řízení a spolupráce na dotovaných projektech a projektech telematických aplikací vyvíjených v ČD-T.

Management parku kolejových vozidel

Nadstavba aplikace Sledování polohy vlaků, vozů a zásilek, shromáždění informací jako podpora managementu dopravy. Sledování vozového parku v reálném čase, přenos informací, reakce na aktuální situace a vyhodnocování se postupem času stává nezbytným nástrojem dopravců. S tím je spojen i postupný přechod od hlasové k textové komunikaci, neboť veškerá data a údaje mohou být zpracovány a archivovány automaticky výpočetní technikou. Pouze dokonalá organizace vozového parku umožňuje dobrou návratnost investic vložených do dopravy, což dokazují zkušenosti západoevropských i našich dopravců. Kromě toho lze výrazně zvýšit kvalitu služeb zákazníkům, poskytovat jim okamžité informace o průběhu zakázky a s předstihem řešit vznik možných problémů.

Diagnostika infrastruktury

V současné době není systém, který by nějakým způsobem umožňoval sledovat stav železniční infrastruktury v reálném čase. Vhodně umístěné přijímače Galileo mohou být důležitým prostředkem při sledování pohybů mostů, hrází, budov apod. Družicová technologie může být využita k definování překážek na dopravní cestě, pro ochranu majetku při propojení na IZS, k zabránění škodám a ztrátám na zdraví obyvatel. Železniční infrastruktura musí být pravidelně kontrolována, aby se zjistily případné změny polohy koleje a projeté zátěže. Systém Galileo urychlí celý proces údržby tím, že označí datem a polohou snímky a všechna provedená měření, bez narušení plynulosti dopravy. Služba bude sloužit pro sledování kritické vzdálenosti od překážek na dopravní cestě (posuny mostních konstrukcí, závady na železničním svršku apod.). Tato služba však v žádném případě nenahrazuje činnost zabezpečovacího zařízení [1].

2. Požadavky na aplikaci Sledování polohy vlaků, vozů, zásilek nebo přepravních jednotek

Požadavky na jednotlivé parametry byly stanoveny s ohledem na železniční atributy spolehlivosti a bezpečnosti (RAMS) dle norem ČSN EN 50126-1 a ČSN EN 50129. Jako vzorová aplikace s podrobnými výpočty je v tomto článku uvedena pouze aplikace Sledování polohy vlaků, vozů, zásilek nebo přepravních jednotek, pro parametry přesnost, bezporuchovost, udržovatelnost, pohotovost, bezpečnost určení polohy, integrita bezpečnosti a závažné poruchové stavy. Podle tohoto vzoru byly vypočteny parametry i u ostatních aplikací a jsou shrnuty v tabulce č.1: Souhrnný přehled požadavků. Parametry byly navrženy s ohledem na znalosti prostředí a v průběhu praktického ověření výsledků budou případně upřesněny s přihlédnutím na využití v provozu.

2.1. Požadavky na jednotlivé parametry

Přesnost

- ✘ Požadovaná horizontální přesnost polohy objektu je 5-10 metrů (2σ) na trati, ve stanici 1-2 metry (rozlišení kolejí).
- ✘ Pokud je 3x po sobě detekována stejná poloha objektu, aplikace odešle informaci o poloze spolu s informací objekt se nepohybuje (stojí), neodesílají se ani nezaznamenávají data do doby, než objekt změní polohu. Detekce stojícího objektu je možná pomocí např. odometru snímajícího otáčky kol. Díky šumu a chybám GNSS se objekt podle údajů z GNSS přijímače neustále pohybuje v malém okolí své aktuální polohy a bylo by tedy nutné určit, co již je zastavení a co pomalý pohyb → požadavek na integraci systému GNSS s odometrickým subsystémem.
- ✘ Pro zlepšení kvality služby se předpokládá, že v předem vytipovaných místech, bude použit kombinovaný přijímač se systémem GPS.

Požadavek na horizontální přesnost polohy na trati:

$$5 - 10m (95\%)$$

Požadavek na horizontální přesnost polohy ve stanici:

$$1 - 2m (95\%)$$

Čas odesílání informací o poloze:

$$\Delta t = 0,5 \text{ min} = 8,33 * 10^{-3} h$$

Frekvence odesílání informací o poloze:

$$f = 1/\Delta t = 120h^{-1}$$

Požadavek na horizontální mez výstrahy:

$$HAL = 10m$$

Vzájemný vztah mezi horizontální mezí výstrahy definované uživatelem HAL a směrodatnou odchylkou v případě fault-free ξ_{ff} je dán na základě vztahu:

$$HAL = K_{ff} * \xi_{ff}$$

kde K_{ff} je tzv. konfidenční koeficient.

Poloha poskytována vlakovým polohovým lokátorem založeném na GNSS bude správná, když bude chyba polohy (PE, Position Error) udržována v rámci horizontální meze výstrahy HAL (definované uživatelem). Příklad absence poruch označujeme jako hypotézu H_0 . Na základě předpokladu, že chyby v ortogonálních směrech jsou nezávislé s normálním rozdělením a nulovou střední hodnotou a pokud pro zjednodušení uvažujeme stejné variace v každém směru, bude rozdělení horizontální chyby odpovídat Rayleighovu rozdělení. Pravděpodobnost správného určení polohy $P_{VPL,ff}$ bude v případě absence poruch (H_0) po dosazení rovna:

$$P_{VPL,ff} = P(|PE| \leq HAL | H_0) = 1 - e^{-\frac{K_{ff}^2}{2}} = 1 - e^{-\frac{HAL^2}{2\xi_{ff}^2}}$$

Naopak chyba polohy VPL překročí horizontální mez výstrahy HAL s odpovídající doplňkovou pravděpodobností $P(|PE| > HAL | H_0) = 1 - P_{VPL,ff}$. Konfidenční koeficient K_{ff} tak přímo ovlivňuje pohotovost, protože v případě bez poruchy je pohotovost využití GNSS menší o pravděpodobnost $(1 - P_{VPL,ff})$. Pokud je vliv na pohotovost významný (řádově více jak procenta), pak hodnoty obou veličin ξ_{ff} a HAL nejsou zvoleny vhodným způsobem, protože pohotovost použití systému GNSS by byla významně snížena díky častým překročením meze výstrahy i při absenci poruch GNSS. Je nutné požadovat zvýšení koeficientu K_{ff} , tzn. buď požadovat menší hodnotu ξ_{ff} , nebo větší mez výstrahy HAL . V dalším textu je mez výstrahy $HAL = 10$ m považována za pevně danou a pokusíme se odvodit maximální přípustnou horizontální přesnost polohy. Pokud uvažujeme max. hodnotu nepohotovosti při absenci poruch 0,01%, potom je odpovídající konfidenční koeficient $K_{ff,min} = 4,291$ a požadavek na maximální směrodatnou odchylku polohy je $\xi_{ff,max} = 2,33$ m. Na základě předpokladu, že horizontální přesnost je specifikována jako chyba polohy v konfidenční oblasti přesně 95%, je požadavek na max. horizontální přesnost polohy $HA_{max} = 5,7$ m. Nepříliš vhodně zvolený původní požadavek na přesnost polohy 5-10 m je proto změněn na jedinou hodnotu 5,7 m, za podmínky maximální nepohotovosti 0,01% v případě absence poruchy.

Při použití GNSS na železniční trati je též nutné uvažovat stínění satelitního signálu SIS (Signal-In-Space) z důvodu překážek na trati, stínících objektů a prostředí kolem tratě, což ovlivňuje dobu využití (nevyužití) GNSS a tudíž má také vliv na výslednou pohotovost. Pro první přiblížení uvažujeme na koridorových tratích 95% až 100% dostupnost SIS, na vedlejších tratích 70% až 95% dostupnost signálu SIS:

$$A_{SIS,K} = 95\% - 100\% \left(A_{SIS,K \min} = 95\%, A_{SIS,K \max} = 100\% \right)$$

$$A_{SIS,V} = 70\% - 95\% \left(A_{SIS,V \min} = 70\%, A_{SIS,V \max} = A_{SIS,K \min} = 95\% \right)$$

Nechť A_{SIS} označuje dostupnost SIS na trati. V dalším textu jsou rozlišovány následující tři případy:

- 1) 100% dostupnost SIS (žádné stínění SIS na celé trati):

$$A_{SIS} = A_{SIS,K \max} = 100\%$$

- 2) 95% dostupnost SIS, tj. nejmenší dostupnost SIS na koridorových tratích:

$$A_{SIS} = A_{SIS,K \min} = 95\%$$

- 3) 70% dostupnost SIS, tj. nejmenší dostupnost na vedlejších tratích:

$$A_{SIS} = A_{SIS,V \min} = 70\%$$

Pak střední čas nepoužitelného stavu za rok je:

- 1) při 100% dostupnosti SIS:

$$t_{ff, \max} = (1 - P_{VPL, ff}) * T_{rok} * A_{SIS}$$

$$t_{ff, \max} = 10^{-4} * 8760 * 1$$

$$t_{ff, \max} = 0,876 \cong 0,9h$$

- 2) při 95% dostupnosti SIS:

$$t_{ff, \max} = 10^{-4} * 8760 * 0,95$$

$$t_{ff, \max} = 0,832 \cong 0,8h$$

- 3) při 70% dostupnosti SIS:

$$t_{ff, \max} = 10^{-4} * 8760 * 0,7$$

$$t_{ff, \max} = 0,613 \cong 0,6h$$

T_{rok} = počet hodin za jeden rok:

$$T_{rok} = 365 * 24 = 8760h$$

Bezporuchovost

Stanovení minimální a maximální tolerance četnosti poruch:

- ✘ Porucha maximálně 1x za 72 hodin provozu služby, pouze na omezenou dobu.
- ✘ Plánovanou údržbu a opravy směřovat raději do nočních hodin, vždy na tyto plánované opravy upozornit uživatele s podrobným harmonogramem a předpokládanými komplikacemi, které mohou nastat, zda bude zařízení mimo provoz nebo bude nahrazeno daty z jiných IS a zda bude dodržena kvalita poskytované služby nebo se sníží.
- ✘ Nepředpokládané opravy a údržba, upozornit uživatele.

Požadavek na četnost poruch:

$$\lambda_{\max} = 1/72 = 1,39 * 10^{-2} h^{-1}$$

Střední doba mezi poruchami:

$$MTBF_{\min} = 1/\lambda_{\max} = 72h$$

Při předpokladu konstantní četnosti poruch (období normálního provozu) je charakter funkční závislosti minimální bezporuchovosti správného určení polohy $R(t)$ určován exponenciálním zákonem rozdělení:

$$R_{\min}(t) = \exp^{-\lambda_{\max} * t} = \exp^{-1,39 * 10^{-2} * t}$$

Maximální poruchovost funkce určení polohy $F(t)$:

$$F_{\max}(t) = 1 - R_{\min}(t) = 1 - \exp^{-\lambda_{\max} * t} = 1 - \exp^{-1,39 * 10^{-2} * t}$$

Maximální hustota pravděpodobnosti poruchy:

$$f_{\max}(t) = dF_{\max}(t) / dt = \lambda_{\max} * \exp^{-\lambda_{\max} * t} = 1,39 * 10^{-2} * \exp^{-1,39 * 10^{-2} * t}$$

Udržovatelnost

- ✘ Běžná údržba zařízení, kontrolní testování (1 měsíčně) přerušení služby maximálně na 10 minut, delší opravy a údržba (po 6 měsících) ve večerních hodinách, výpadek max. 2 hodiny, vždy upozornit uživatele o přerušení služby a informací o předběžné délce trvání poruchy služby.
- ✘ Plánovanou údržbu a opravy směřovat raději do nočních hodin, vždy na tyto plánované opravy upozornit uživatele s podrobným harmonogramem a předpokládanými komplikacemi, které mohou nastat, zda bude zařízení mimo provoz nebo bude nahrazeno daty z jiných IS a zda bude dodržena kvalita poskytované služby nebo se sníží.
- ✘ Nepředpokládané opravy a údržba, upozornit uživatele.

Požadavek na přerušení služby při kontrolním testování 1 týdně: max. na 10 minut.

Maximální čas údržby za rok:

$$t_{u_max} = 52 * 10 \text{ min}$$
$$t_{u_max} = 8,7h$$

Přerušení služby a doba obnovení po detekované poruše je obecně řešena dle SLA, smluvně se zákazníkem.

Požadavek na přerušení služby max. na 10 min po detekované poruše.

→ maximální čas potřebný na odstranění jakýchkoliv poruch (čas přerušení služby za rok):

$$t_{o_max} = (T_{rok} / MTBF_{min}) * 1/6$$
$$t_{o_max} = 20,3h$$

Minimální střední doba do opravy:

$$MTTR_{min} = MTBF * (t_{u_max} + t_{o_max} + t_{ff_max}) / T_{rok}$$
$$MTTR_{min} = 0,25h$$

Četnost opravy:

$$\mu_{max} = 1 / MTTR_{min}$$
$$\mu_{max} = 4h^{-1}$$

Pohotovost

Aplikace budou ukládat data o poloze trvale (24 hodin denně), proto požadujeme vysokou pohotovost služby. Výpadky služby GNSS budou tolerovány pouze při poruchách, které mohou nastat 1 x za 72 hod maximálně na 10 minut. Po obnovení přenosu dat je třeba, aby zařízení okamžitě začalo komunikovat a odesílat informace o poloze objektů. Požadujeme záznam o tom, že byla přerušena služba GNSS (dohledání).

Informace budou dostupné ve stanoveném intervalu dle potřeby on-line/off-line s požadovanou horizontální přesností:

- * Informace dostupné – trvale on-line, v případě výpadku signálu upozornění na výpadek služby, po tuto dobu budou informace zaznamenávány off-line (pouze pro případnou kontrolu), informace pro zobrazení na mapě lze čerpat z jiných IS.
- * Požadovaná horizontální přesnost polohy objektu je 5-10 metrů, ve stanici požadujeme horizontální přesnost polohy objektu 1-2 metry (rozlišení jednotlivých kolejí).
- * Pokud se nebude měnit poloha objektu (bude stát), zařízení odešle informaci o poloze spolu s informací, že se objekt nepohybuje a nebude odesílat ani zaznamenávat data až do doby než se začne objekt opět pohybovat.

Vliv výpadku funkce určení polohy pro danou aplikaci, krátký nežádoucí výpadek stanovení intervalu tolerance:

- * Sledovaný objekt se nezobrazí např. na mapě je třeba upozornění, že nastal výpadek služby, zdroj dat pro zobrazení objektu bude nahrazen daty z jiných IS, sníží se kvalita poskytované služby.

Střední čas nepoužitelného stavu:

$$MDT_{\max} = t_{u_{\max}} + t_{o_{\max}} + t_{ff_{\max}} + [(1 - A_{SIS}) * T_{rok}]$$

Střední čas použitelného stavu:

$$MUT_{\min} = T_{rok} - MDT_{\max} = T_{rok} * A_{SIS} - (t_{u_{\max}} + t_{o_{\max}} + t_{ff_{\max}})$$

Pohotovost:

$$A = \frac{MUT_{\min}}{MDT_{\max} + MUT_{\min}} = P_{VPL,ff} A_{SIS} - \frac{t_{u_{\max}} + t_{o_{\max}}}{T_{rok}}$$

Dosazením číselných hodnot dostáváme:

$(1 - P_{VPL,ff}) / K_{ff,min}$	10 ⁻⁴ / 4,291 m		
$\xi_{ff,max} / HA_{max}$	2,33 m / 5,7 m		
MTTR _{min}	0,25 h		
μ_{max}	4 h ⁻¹		
A _{SIS}	100 %	95 %	70 %
t _{ff,max} [h]	0,9	0,8	0,6
MDT _{max} [h]	29,9	467,8	2657,6
MUT _{min} [h]	8730,1	8292,2	6102,4
A	99,7 %	94,7 %	69,7 %

Bezpečnost určení polohy

PL = odhadnutá chyba určení polohy, vypočtená podle aktuálního rozložení satelitů a příjmu signálu.

AL = mez výstrahy – je daná provozními podmínkami - je to přípustná odchylka polohy, která nesmí být překročena bez varování uživatele.

Oznámení poruchy systému, stanovení postupů v případě poruchy zařízení:

- * Je třeba oznámit poruchu, přenos dat bude v době poruchy off-line.

Integrita bezpečnosti

- * Postup při poruše přenosu dat: je třeba vyvolat výstrahu, data se budou zaznamenávat off-line (pouze pro případnou kontrolu), po dobu výpadku služby lze data čerpat z jiných IS, sníží se frekvence odesílání informací o poloze objektu.
- * Postup při poruše zařízení pro přenos dat: upozornění na poruchu, data lze získat z jiných IS.

Závažné poruchové stavy

Závažné poruchové stavy ovlivňují funkci pokládanou za velmi důležitou. V případě této aplikace se jedná o takové stavy, pro které existuje nepřípustné riziko finanční ztráty. Nepřípustné riziko může být například uvažováno jako maximální možná přípustná ztráta při použití této aplikace na všech vozidlech za jeden rok FZ_{rok} [Kč]. Potom je zapotřebí znalost následujících údajů:

N_v - průměrný denní počet vozidel, které využívají tuto aplikaci

T_{A1V} - průměrná doba používání aplikace připadající na jedno vozidlo

FZ_I - průměrná finanční ztráta při použití jedné zavádějící informace o poloze

$FZ_{rok} = 100\ 000$ Kč, $N_v = 30\ 000$ vozidel denně, $T_{A1V} = 20$ hodin, $FZ_I = 10\ 000$ Kč.

Každá zavádějící informace (chyba polohy je větší než mez výstrahy a tato skutečnost není ohlášena) způsobí finanční ztrátu. Předpokládáme, že finanční ztráta hrozí u každé dvacáté zavádějící informace (z množiny chybných informací). Potom na základě předchozích údajů můžeme stanovit maximální počet možných zavádějících informací, které lze tolerovat:

$$N_{TI} \leq 20 * FZ_{rok} / FZ_I$$
$$N_{TI} \leq 20 * 100000 / 10000 = 200$$

Celková doba využívání aplikace pro všechna vozidla za rok T_A :

$$T_A = N_v * T_{A1V} * 365$$
$$T_A = 30000 * 20 * 365 = 219 * 10^6 h$$

Počet informací o poskytnuté poloze za jeden rok N_{AI} :

$$N_{AI} = T_A * f * A$$
$$N_{AI} = 219 * 10^6 * 120 * 0,997 = 2,6 * 10^{10}$$

Pravděpodobnost, že nastane maximálně přípustná finanční ztráta FZ_{rok} :

$$P = N_{TI} / N_{AI}$$
$$P = 200 / 2,6 * 10^{10} = 7,63 * 10^{-9} \text{ [2].}$$

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky, vypočtených parametrů dle stejného vzoru, pro ostatní navržené aplikace.

Požadavky na službu GNSS pro jednotlivé aplikace:

	Výkonové zpoplatnění železniční infrastruktury			Sledování polohy vlaků, vozů, zásilek nebo přepravních jednotek			Fleet management			Diagnostika infrastruktury		
$\lambda_{\max} [h^{-1}]$	4,17*10 ⁻²			1,39*10 ⁻²			1,39*10 ⁻²			2,08*10 ⁻²		
MTBF _{min} [h]	24			72			72			48		
MTTR _{min} [h]	0,19			0,25			0,25			0,22		
t _u max [h]	8,7			8,7			8,7			8,7		
t _o max [h]	60,8			20,3			20,3			30,4		
$\mu_{\max} [h^{-1}]$	5,26			4			4			4,55		
A _{SIS}	100%	95%	70%	100%	95%	70%	100%	95%	70%	100%	95%	70%
t _{ff} max [h]	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,9	0,8	0,6	0,9*10 ⁻³	0,8*10 ⁻³	0,6*10 ⁻³
MDT _{max} [h]	70,4	508,3	2698,1	29,9	467,8	2657,6	29,9	467,8	2657,6	39,1	477,1	2667,1
MUT _{min} [h]	8689,6	8251,7	6061,9	8730,1	8292,2	6102,4	8730,1	8292,2	6102,4	8720,9	8282,9	6092,9
A	99,2%	94,2%	69,2%	99,7%	94,7%	69,7%	99,7%	94,7%	69,7%	99,6%	94,6%	69,6%

Tabulka 1: Souhrnný přehled požadavků

3. Závěr

Projekt se zabývá aktuální problematikou, která dosud nebyla řešena ani v rámci skupiny mezinárodních expertů UIC GALILEO Applications for Rail ani v některém z dalších projektů GJU (Galileo Joint Undertaking), či projektů Rámcového programu výzkumu a vývoje EU.

Protože hlavní ukazatele kvality systémů GNSS/GALILEO vycházejí zejména z letecké koncepce bezpečnosti, tedy zásadně odlišné od železniční, je nutné specifikovat požadavky železnice na GNSS/GALILEO v termínech (metrice) dle příslušných železničních norem; a stanovit postup, jak tyto požadavky schvalovat. Záměrem projektu je připravit podmínky pro praktické využití satelitní navigace v železničních telematických aplikacích ještě před tím, než bude systém GALILEO uveden do plného provozu.

Do budoucna se očekává, že tento nový koncept založený na telekomunikacích a navigačních technologiích umožní snížit provozní náklady (zejména z důvodů náhrady člověka technikou), snížit náklady na údržbu (z důvodu redukce traťového zařízení) a zvýšit bezpečnost (náhradou chybujícího člověka technikou). Implementací systému GALILEO do železniční zabezpečovací techniky dojde na evropských železničních koridorech ke zvýšení kapacity přepravy a plynulosti dopravy. GALILEO rovněž umožní instalovat cenově dostupné systémy i pro regionální tratě s menší hustotou provozu, kde v současné době nelze instalovat klasická zařízení z důvodu vysoké pořizovací ceny [1].

4. Definice a zkratky

Zkratka	Význam
ČSN EN 50126-1	Drážní zařízení – Stanovení a prokázání bezporuchovosti, pohotovosti, udržitelnosti a bezpečnosti (RAMS) Část 1: Základní požadavky a generický proces
ČSN EN 50129	Drážní zařízení – Sdělovací a zabezpečovací systémy a systémy zpracování dat – Elektronické zabezpečovací systémy
EU	Evropská unie
GALILEO	Navigační systém Evropské unie
GNSS	Global Navigation Satellite System - Globální družicový polohový systém
GPS	Global Positioning System – navigační systém
IS	Informační systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
RAMS	Zkratka vyjadřující kombinaci bezporuchovosti, pohotovosti, udržitelnosti a bezpečnosti
SŽDC, s.o.	Správa železniční dopravní cesty, s. o.
UIC	International Union of Railways - Mezinárodní železniční unie
VPL	Vlakový polohový lokátor



5. Použité informační zdroje

[1] Interní zdroj ČD-Telematika, a.s.

[2] Interní zdroj SŽDC, s.o., TÚDC, LIS Pardubice.

V Praze, září 2009

Lektoroval: Ing. Milada Veselá, Csc.
ČVUT, Fakulta dopravní, Praha